Beiträge

zur

Anatomie und Physiologie

des Herzens und der grossen Gefässstämme der Wassersäugetiere.

INAUGURAL-DISSERTATION

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der

hohen philosophischen Fakultät

der

Königl. Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

am 3. April 1901, mittags 12 Uhr

in der Aula Leopoldina öffentlich verteidigen wird

Ludwig Marschner

städtischer Obertierarzt zu Breslau.

Opponenten:

Herr Dr. phil. S. Süssbach, Assistent am zoologischen Institut der Königl. Universität Breslau.

Herr cand. med. August Pütter

1901.

Druck von Feodor Wilisch, Schmalkalden.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549813_0087

Beiträge

zur

Anatomie und Physiologie

des Herzens und der grossen Gefässstämme der Wassersäugetiere

von

Ludwig Marschner

städtischer Obertierarzt zu Breslau

(aus dem zoologischen Institut der Universität Breslau).

Die anatomische Untersuchung des Herzens, sowie des Gefässsystems der dem Wasserleben angepassten Säugetiere, ist bereits vielfach Gegenstand der Forschung gewesen. In der Mehrzahl der Fälle wurden jene Untersuchungen an solchen Wassersäugetieren vorgenommen, welche sich partiell dem Wasserleben angepasst haben (amphibische Säugetiere der älteren Autoren); erst in neuerer Zeit wandte sich die Aufmerksamkeit der Forscher der Untersuchung des Circulationssystems der stationären Wassersäugetiere zu, und besonders die letzten Jahrzehnte brachten uns neue, wichtige und interessante Aufschlüsse über die diesbezüglichen Verhältnisse bei den Bartenwalen.

Dass die Verfasser ihrer Aufgabe gerecht wurden, beweisen einzelne Abhandlungen, denn die in denselben festgelegten sehr guten anatomischen Befunde liefern den Beweis mühevoller Arbeit und exacter Forschung (16, 21, 23, 19, 33, 43, 44, 52). Man legte jedoch das Hauptgewicht auf die anatomische Beschaffenheit der Organe oder Organteile und erging sich bezüglich der physiologischen Bedeutung der im Vergleich zu den landlebenden Säugetieren aufgefundenen anatomischen Abänderungen in Kombinationen, ohne einen Beweis für die Richtigkeit der aufgestellten Behauptungen zu erbringen.

So haben denn die anatomischen Befunde in manchen Fällen zu falschen Schlüssen Veranlassung gegeben, wie die Bemerkungen von Steller (1), Home und Menzies (4), Blumenbach (6), Severino (bei 2), Albers (7), Suë (nach Cuvier: 9, Seite 38), Meyer (15 und 22), Rapp (19) und andere mehr über die Persistenz des *foramen ovale* und des Botallischen Ganges *(Ductus arteriosus)* beweisen. In vielen Fällen widersprechen sich die Autoren direkt; jedenfalls haben ihre Erklärungen keine befriedigende Lösung der Frage herbeigeführt.

In neuster Zeit haben vor allem Kükenthal (47) und seine Schüler auf die durch das Leben im Wasser hervorgerufenen Anpassungserscheinungen einzelner Organe und ganzer Organsysteme

bei jenen Säugetieren aufmerksam gemacht und an der Hand von Thatsachen bewiesen und gezeigt, dass Individuen, die stammesgeschichtlich sich durchaus fremd sind, durch jene Anpassungsverhältnisse sich eine derartige Uebereinstimmung der äusseren Form sowohl, als auch einzelner Organsysteme erworben haben, dass sie Angehörige ein und derselben Ordnung zu sein scheinen. —

Eine eingehende anatomische Beschreibung des Herzens, sowie der in dasselbe einmündenden und daraus entspringenden grossen Gefässstämme bei den verschiedenen Arten der Wassersäugetiere zu liefern, ferner für die infolge des zeitweiligen oder ständigen Aufenthaltes im Wasser eingetretenen Abänderungen der Lage, äusseren und inneren Form und Funktion der genannten Organe eine physiologische Erklärung zu finden, — soll der Zweck dieser Abhandlung sein.

Als Material für meine Untersuchungen standen mir zu Gebote:

1. Drei (3) Exemplare von *Phoca vitulina L.;* das eine neugeboren, etwa 4 Tage alt, das zweite etwa 3—4 Monate und das dritte ungefähr $1^1/_4$ Jahr alt.
2. Ein (1) ausgewachsenes Exemplar einer *Lutra vulgaris-Erxl.* von 68 cm Länge.
3. Ein (1) *Trichechus rosmarus Embryo* von 18,5 cm direkter Körperlänge.
4. Vier (4) Exemplare von *Phocaena communis-Less.;* zwei ausgewachsene Exemplare, das eine von 114 cm, das andere von 126 cm Körperlänge; zwei Embryonen von 47,0 bezw. 11,4 cm Körperlänge.
5. Drei (3) Exemplare von *Beluga leucas-Gray,* Embryonen von 24,0 bezw. 26,0 bezw. 11,4 cm Körperlänge.
6. Drei (3) Embryonen von *Balaenoptera physalus-L.* von 122,0 bezw. 104,0 bezw. 81,6 cm Körperlänge.

Das embryologische Material stammte aus der Sammlung des Herrn Professor Kükenthal, während die ausgewachsenen Exemplare mir zum Teil aus dem Breslauer zoologischen Garten übergeben wurden, zum Teil erhielt ich dieselben durch die Nordsee-Fischerei Nordenham.

Zum Vergleich habe ich Untersuchungen zahlreicher Vertreter verschiedener Ordnungen landbewohnender Säugetiere, und zwar

sowohl von Embryonen wie ausgewachsener Exemplare vorgenommen; dieselben erstreckten sich besonders auf folgende Ordnungen:

a) *Marsupialia: Macropus rufus W.,*
b) *Rodentia: Mus musculus; Mus decumanus;*
c) *Perissodactyla: Equus;*
d) *Artiodactyla:*
   α) *Bunodontia: Sus domesticus; Dicotyles labiatus,*
   β) *Selenodontia: Bos;*
e) *Carnivora: Viverra; Felis.*

Komplette Schnittserien wurden angefertigt durch das Herz zweier weisser Mäuse, sowie je eines Embryo einer Ratte, eines Rindes, eines Schweines und eines Braunfisches von 11,4 cm Körperlänge.

A. Temporäre Wassersäugetiere.

Robben.

Alle drei durch mich untersuchten Exemplare der Gattung *Phoca* waren männlichen Geschlechtes. Das neugeborene, sowie das ca. $1^1/_4$ Jahr alte Exemplar entstammten dem Breslauer zoologischen Garten, während das ca. 3—4 Monate alte Tier an der Ostküste Islands gefangen, und mir im lebenden Zustande durch die Nordsee-Fischerei übersandt worden war. Ich vermochte dasselbe vier Wochen lang lebend zu erhalten.

Die direkte Körperlänge (von der Schnautzenspitze bis zur Schwanzwurzel gemessen) betrug:

a) bei dem jüngsten Exemplare: 74,3 cm,
b) beim Exemplar von 3—4 Monate: 83,0 cm,
c) beim ausgewachsenen Exemplar: 114,0 cm.

Die Circumferenz des Brustkastens, in der Höhe der 9. Rippe gemessen, betrug:

bei Exemplar 1 25,3 cm,
bei Exemplar 2 29,0 cm,
bei Exemplar 3 48,0 cm.

Bezüglich der Gestaltung des Brustkorbes, Beschaffenheit und Zahl der Rippen, ihrem Verhältnis zu den Rückenwirbeln und dem Brustbein, anatomischer Beschaffenheit des Zwerchfells, habe ich die

Angaben O. Müller's (54) und Lucae's (55) in allen Punkten bestätigt gefunden.

Durch Abtragung der linken 4—9 Rippen (es sind 10 wahre und 5 falsche Rippen vorhanden) werden die vorwiegend in der linken Abteilung der Brusthöhle gelegenen Organe freigelegt.

Der Herzbeutel umschliesst das links von der Medianebene gelegene Herz; dasselbe ist in seinem vorderen (oberen) Drittel (teilweise noch weiter abwärts) vom linken Lungenflügel überdeckt. Der Herzbeutel ist mit dem Zwerchfell bis ungefähr 2 cm unterhalb des Durchtrittes der hinteren Hohlvene durch dasselbe durch straffes Bindegewebe mit ihm verbunden; nach vorn erstreckt sich die Verbindung des Herzbeutels mit der oberen dorsalen Fläche des Brustbeins bis ungefähr 1 cm vor Einlenkung der 2. Rippe an das Brustbein; von hier aus steigt er dorsalwärts empor, um sich an die beiden venösen Gefässstämme *(vena cava anterior — posterior)* sowie an den Stamm der Aorta bezw. der *Arteria pulmonalis* anzuheften. Diese innige Verbindung des Herzbeutels mit dem Zwerchfell wurde bereits von Carus (10.) beschrieben, der darin eine Aehnlichkeit mit dem Verhalten des Herzbeutels beim menschlichen Embryo sowie bei der Schildkröte erblickte. O. Müller (54) bringt diese Erscheinung mit dem übrigens bei allen Robben bisher konstatierten Schwund des mittleren Lungenlappens in Verbindung; eine Anschauung, die viel Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Auffallend erscheint die Schrägstellung des Herzbeutels mitsamt dem in ihm liegenden Herzen. Das obere (vordere) Ende (die Basis) hat sich der oberen (dorsalen) Fläche des Brustbeins genähert; gleichzeitig ist das untere (hintere) Ende (die Spitze) nach hinten bis in die Gegend hinter die Insertion der 9. Rippe an das Brustbein zu liegen gekommen. Angedeutet ist diese Schrägstellung des im Herzbeutel gelegenen Herzen bei den *Carnivoren* und speziell beim Hunde, woselbst die Herzspitze zwischen der Insertionsstelle der 7. und 8. Rippe liegt.

Das Herz als Ganzes ist stark abgeplattet, erscheint verkürzt und ist sehr breit. Der Durchmesser der Breite (an der Basis gemessen) übertrifft den der Länge (von der Mündung der *Vena cava post.* bis zur Spitze gemessen):

bei Exemplar 1 um 1,2 cm
bei Exemplar 2 um 2,3 cm
bei Exemplar 3 um 2,9 cm

Es ähnelt in dieser Form nach Cuvier (9) sehr dem menschlichen Embryo.

Burow (21) beschreibt das Herz der Robben als fast ebenso breit als lang und nach links liegend. Daubenton (bei 2 erwähnt) beschreibt und bildet es als breiter als lang und nach rechts von der Mittellinie liegend ab. Bei den von mir untersuchten Exemplaren lag das Herz mit der grösseren Hälfte stets links von der Mittellinie. Die vordere Fläche erscheint leicht convex, die hintere Fläche etwas concav; auf beiden Flächen sind Längsfurchen, die auf der hinteren Fläche ist deutlicher als die auf der vorderen Fläche ausgeprägt, jedoch keine von beiden erreicht die Herzspitze. Beide Flächen gehen in einen rechten und linken Rand über. Das untere (hintere) Ende (die Spitze) ist bei allen drei Exemplaren ungespalten; es findet sich auch keine Andeutung einer Einkerbung, wie dies bei den Sirenen (nach Cuvier 9, Seite 50) und nach Tyson (bei 9 erwähnt) auch beim Braunfisch der Fall sein soll.

Die vom Herzmuskel umschlossenen vier Hohlräume — linke Vorkammer und Kammer; rechte Vorkammer und Kammer — liegen, von der Mitte aus betrachtet, genau nach links bezw. nach rechts zum Unterschied von den meisten terrestrischen Säugetieren. Bei den *Carnivoren* und noch auffallender beim Pferde und den *Artiodactylen* ist unter Drehung um die Vertikalaxe die rechte Kammer und Vorkammer nach vorn, die linke Kammer und Vorkammer nach hinten gerückt, sodass man hier eine linke und rechte Fläche und einen vorderen und hinteren Rand unterscheidet. Der vorbeschriebenen Schrägstellung des im Herzbeutel gelegenen Herzens folgend, haben auch die aus der linken und rechten Kammer entspringenden grossen Gefässstämme eine deutliche Umformung erfahren. Es fällt der stark gekrümmte, aus der linken Kammer entspringende gemeinschaftliche Stamm der Aorta auf. Neben dieser Krümmung ist aber die ganz unvermittelt sich ergebende Ausbuchtung des Aortenstammes bemerkenswert. Meyer (22) fand diese Ausbuchtung bei allen neun von ihm untersuchten Exemplaren der Gattung *Phoca*; Severin und Seeger (9 und 13) sowie Blumenbach (6) berichten von gleichen Befunden, während Burow (21) der Ansicht ist, dass diese Ausbuchtung nur den Embryonen eigen ist, den ausgewachsenen Exemplaren aber fehlt. Carus (10) hielt die von ihm aufgefundenen Ausbuchtungen für *Aneurismen*; eine Anschauung, die schon durch die durch mich

vorgenommenen Messungen der Wandung an verschiedenen Stellen widerlegt wird. Diese Messungen ergaben, dass mit der Ausbuchtung eine Zunahme der Wandstärke verbunden ist. Ich lasse die betreffenden Masse hier folgen:

Die Circumferenz des Aortenstammes unmittelbar nach seinem Ursprung aus der linken Kammer beträgt:

bei Exemplar 1 = 3,8 cm
„ „ 2 = 4,9 „
„ „ 3 = 6,3 „

An der Stelle der stärksten Ausbuchtung (oberhalb des freien Randes der Seminularklappen) beträgt die Circumferenz:

bei Exemplar 1 = 5,0 cm
„ „ 2 = 7,4 „
„ „ 3 = 9,5 „

Der innere Durchmesser beträgt

bei Exemplar 1 = 1,9 cm
„ „ 2 = 2,5 „
„ „ 3 = 3,5 „

Hinter der Mündungsstelle des Botallischen Ganges verjüngt sich die Aorta; die Circumferenz beträgt hier:

bei Exemplar 1 = 3,2 cm
„ „ 2 = 4,3 „
„ „ 3 = 5,5 „

Die Wandstärke der Aorta beträgt:

a) an der Ursprungsstelle

bei Exemplar 1 = 0,09 cm
„ „ 2 = 0,13 „
„ „ 3 = 0,20 „

b) an der Stelle der stärksten Ausbuchtung:

bei Exemplar 1 = 0,18 cm
„ „ 2 = 0,22 „
„ „ 3 = 0,35 „

c) hinter der Einmündung des Botallischen Ganges:

bei Exemplar 1 = 0,04 cm
„ „ 2 = 0,07 „
„ „ 3 = 0,15 „

Gleiche Verhältnisse zeigt die *Arteria pulmonalis*; ich beschränke mich auf die Angabe der entsprechenden Masse.

Circumferenz der *Arteria pulmonalis:*

a) an der Ursprungsstelle

bei Exemplar 1 = 3,1 cm
„ „ 2 = 3,7 „
„ „ 3 = 4,6 „

Wandstärke: 0,016 bezw. 0,025 bezw. 0,05 cm.

b) oberhalb des Seminularklappenrandes

bei Exemplar 1 = 3,9 cm
„ „ 2 = 4,3 „
„ „ 3 = 5,1 „

Wandstärke: 0,04 bezw. 0,075 bezw. 0,1 cm.

Meine Befunde bestätigen somit nicht die Angaben Schellhammers (9 und 13), wonach die *Arteria pulmonalis* weiter als der Aortenstamm sein soll. —

Aus dem convexen Bogen des Aortenstammes entspringen drei (3) Gefässstämme von ungleicher Grösse:

a) ein mittelstarker Stamm, am weitesten nach rechts gelegen, die *Arteria anonyma*, von Burow (21) mit dem Namen *Truncus anonymus* belegt;
b) ein starker Stamm = *Arteria carotis sinistra*;
c) ein schwächerer Stamm = *Arteria subclavia sinistra.*

Die sub a genannte *Arteria anonyma* teilt sich alsbald

1. in einen stärkeren Ast = die *Arteria carotis dextra;*
2. in einen schwächeren Ast = die *Arteria subclavia dextra*, welche ihrerseits die mit der *Carotis dextra* fast parallel verlaufende *Arteria caroto-facialis dextra* und die ihr gegenüber entspringende und nach rückwärts verlaufende *Arteria pectoralis interna dextra* abgiebt.

Die *Arteria subclavia sinistra* giebt ihrerseits ebenfalls die *Arteria caroto-facialis sinistra* und die *Arteria pectoralis interna sinistra* ab, jedoch liegt der Ursprung dieser beiden Gefässe bedeutend weiter nach vorn zu, als dies rechterseits der Fall ist, und gerade hierdurch wird das Bild der *Asymetrie,* welches durch den ungleichen Ursprung der beiden *Carotiden* bereits gegeben ist, noch vermehrt. Wie wir später sehen werden, stimmen die beschriebenen Verhältnisse mit denjenigen bei den Bartenwalen überein, weichen

etwas von denjenigen der Zahnwale ab und sind erheblich verschieden von denjenigen der landlebenden Säugetiere, bei denen allerdings wiederum grosse Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Ordnungen bestehen. Beim Pferd und den Wiederkäuern entspringt aus dem convexen Bogen des Aortenstammes nur ein starkes Gefäss, die vordere *Aorta*, welche sich in 2 Aeste:

a) rechts die *Arteria anonyma*,

b) die *Arteria subclavia sinistra*

teilt; aus ersterer entspringt dann der gemeinschaftliche Stamm der *Carotiden*, welcher sich unterhalb des letzten Halswirbels in die *Carotis dextra* und *sinistra* teilt.

Bei den *Bunodontiern* fehlt der gemeinschaftliche Stamm der vorderen Aorta, die *Arteria anonyma* und *Arteria subclavia sinistra* entspringen vielmehr gesondert direkt aus dem convexen Bogen der Aorta; der Caroditen-Stamm entspringt aus der *Arteria anonyma*, nur erfolgt die Teilung in die beiden Aeste schon innerhalb der Brusthöhle. Bei den *Carnivoren* verhalten sich *Arteria anonyma* und *Arteria subclavia sinistra* wie bei der vorbeschriebenen Gruppe, nur entspringen die *Caroditen* nicht in Form eines gemeinschaftlichen Stammes aus der *Arteria anonyma*, sondern getrennt für sich.

Bei der von mir untersuchten *Lutra vulgaris* lagen, wie ich hier vorwegnehmen will, die geschilderten Verhältnisse wie bei den *Bunodontiern;* ich war erstaunt, dass ein aus der *Arteria anonyma* entspringender gemeinschaftlicher kurzer Stamm der *Caroditen* vorhanden war, der sich oberhalb des *Praecoracoids* in die beiden Aeste teilte; ich hatte natürlich den *Carnivoren* homologe Verhältnisse zu finden erwartet.

Der Botallische Gang *(Ductus arteriosus)* ist bei sämtlichen drei Exemplaren vorhanden; im ersten Falle stellt er ein ca. $1^1/_4$, im zweiten und dritten Falle ein ca. $1^1/_2$ cm langes Gebilde dar; bei den beiden jüngeren Exemplaren zeigt er ein deutliches Lumen und stellt eine offene Verbindung zwischen Aorta und *Arteria pulmonalis* dar. Er mündet in den concaven Bogen der Aorta schräg gegenüber dem Ursprung der *Arteria subclavia sinistra*. Bei dem älteren Exemplare ist der *Ductus Botalli* zum soliden Strang geworden; die Ursprungsstelle aus der *Arteria pulmonalis* bezw. die Einmündungsstelle in die Aorta sind vernarbt.

Das *foramen orale* ist bei dem neugeborenen Exemplare offen und stellt eine fast freie Verbindung der beiden Vorkammern dar;

bei den beiden anderen Exemplaren ist dasselbe geschlossen und an dessen Stelle eine der rechten Kammer zugewandte napfartige Vertiefung vorhanden, die besonders beim älteren Exemplar abgeflacht, narbenartig eingezogen ist und Faltenbildung zeigt. Umgeben ist das *foramen* bezw. die *fossa ovalis* von einem stark aufgewulsteten Muskelring (dem *limbus Vieussenii*), der bei den beiden jüngeren Exemplaren ventralwärts nicht geschlossen ist; hier setzen sich einige zwischen den Duplikaturen des *Endocards* liegende Muskelbündel ventralwärts bis zur Mündungsstelle der bei allen drei Exemplaren doppelt vorhandenen Kranzvene des Herzens fort, diese Mündung gewissermassen kreisförmig umschliessend.

Beim älteren Exemplar erscheint der »*limbus*« geschlossen; die nach der Mündungsstelle der Kranzvenen bei den jüngeren Exemplaren vorhanden gewesenen Muskelbündel sind hier bindegeweblich rückgebildet.

Eine *valvula foraminis ovalis* ist beim neugeborenen Exemplar in schöner Deutlichkeit vorhanden; sie liegt im linken *Atrium* und sitzt mit dem breiten Ende oberhalb des Limbuswulstes der Vorkammerscheidewand auf. (Die Klappe stellt eigentlich eine Duplikatur des die linke Vorkammer auskleidenden *Endocards* dar, sie ist eine Ausstülpung desselben, weshalb der Ausdruck: »aufsitzen« nicht die Thatsachen wiedergiebt; ich habe ihn aber der Deutlichlichkeit wegen gewählt.) In der Mitte ist die Klappe siebartig durchlöchert und mit dem spitzen Ende ragt sie frei in das Lumen der linken Vorkammer hinein. Beim Exemplar 2 ist die »*Valvula*« nur noch in Rudimenten vorhanden und zwar als schmale Hautfalte (Endocardfalte) des der linken Vorkammer zugewandten Bodens der *fossa ovalis;* beim älteren Exemplare ist sie ganz verschwunden, und die Falte verstrichen.

Keine Frage hat so viele entgegengesetzte Meinungen erzeugt als die über die Persistenz der embryonalen Gefässöffnungen: des *foramen ovale* und des *ductus Botalli.* Es lag naturgemäss nahe, anzunehmen, dass bei den dem Wasserleben angepassten Säugetieren, von denen einzelne Vertreter das Atemholen über eine halbe Stunde auszusetzen vermögen (nach einer von Kükenthal angestellten Beobachtung betrug die längste Zeit des Tauchens, die er bei einem *Hyperoodon* beobachtete, 45 Minuten), besondere Verhältnisse bezüglich des Verhaltens der vorgenannten Gefässwege bestehen müssten. Da man gelegentlich der Untersuchung von Wassersäugetieren nicht nur bei

Embryonen, sondern auch bei ausgewachsenen älteren Exemplaren diese Gefässe offen fand, so gelangte man zu der Annahme, dass sich dieselben überhaupt nicht schlössen sondern persistierten. Diese Ansicht vertraten vor allem die älteren Forscher, wie Parson, Portal, Culmus, Perrault, Schellhammer (bei 9 und 13), Carus (10) und Seeger. Auch Albers (7), Steller (1), Daubenton (13) fanden es beim Biber; Suë und Home und Menzies (4) fanden es bei der Fischotter offen. Meckel (13) untersuchte zwei 3 Monate alte Exemplare von *Phoca variegata* und fand hier das *foramen ovale* geschlossen, hingegen den *ductus Botalli* offen; ein Befund, der sich mit dem Ergebnis meiner Untersuchung bei Exemplar 2 deckt. Meckel spricht aber des weiteren die Ansicht aus, dass sowohl beim tauchenden wie beim winterschlafenden Tiere beide embryonale Gefässgänge sich schlössen; eine Ansicht, die sich mit Rapp's (19), sowie mit Labillardière, und Malacarne's Befunden deckt. Ich werde des weiteren durch die noch folgenden Untersuchungen stationärer Wassersäugetiere beweisen, dass diese Ansicht richtig ist, dass aber der Zeitpunkt, wo dieses stattfindet, auf eine viel spätere Zeit als bei den terrestrischen Säugetieren zu verlegen ist, und dass bei den Robben der mehr oder minder lange Aufenthalt auf dem Trockenen nicht ohne Einfluss auf den Zeitpunkt der Schliessung ist. Ich werde bei Betrachtung der physiologischen Vorgänge hierauf nochmals zurückkommen. —

Eigenartige Verhältnisse finden sich an den drei Semilunarklappen der Aorta bezw. der *Arteria pulmonalis*. Bei Exemplar 1 vermochte ich noch deutlich, bei Exemplar 2 noch andeutungsweise in der Mitte des oberen Schliessungsrandes jeder Klappe eine kleine, wulstartige Verdickung resp. Hervorwölbung, die Rudimente der Arrantischen Knötchen nachzuweisen. Beim älteren Exemplar 3 fehlen sowohl den Semilunarklappen der *Arteria pulmonalis*, sowie denjenigen der Aorta jene Arrantischen Knötchen vollständig, ausserdem erschien hier der obere Schliessungsrand der Klappen zerfasert.

Meyer (22) fand unter acht von ihm untersuchten Exemplaren der Gattung Phoca, die sich in den verschiedensten Entwicklungsstadien befanden, nur in einem Falle die *Notuli Arrantii* am Rande der Klappen vor, Rapp (19) giebt an, die Knötchen seien zwar vorhanden, aber schwach entwickelt. Burow (21) erklärt, dass sie den Robben überhaupt fehlen.

Eine Kritik Meckels (13) über einen durch Albers und Meyer (15) ermittelten Befund, dass sie zwischen den Duplikaturen der Semilunarklappen eines Narwales glatte Muskelfasern vorgefunden hätten, bestimmte mich, diesem Punkte meine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Meckel bezweifelt überhaupt die Richtigkeit der Albers- bezw. Meyer'schen Befunde und meint, eine derartige Klappenmuskulatur hätte nicht nur keinen Zweck, sondern sie würde die Funktion dieses Klappenapparates, der doch rein passiver Natur wäre, direkt hemmen. Ich habe deshalb Schnittserien durch die Semilunarklappen aller von mir untersuchter Wassersäugetiere angefertigt. Die abgeschnittenen Klappen wurden nach 24stündigem Liegenlassen in einer 2 % Kaliumbichromatlösung zunächst in eine 3 % Carbolsäurelösung gebracht und sodann entweder mit *Haematoxilin* oder mit *Pikrocarmin* gefärbt. Die Stärke der Schnitte betrug 10 μ; untersucht wurde in Glycerin bei 350facher Vergrösserung. Es zeigten sich hierbei eigenartig am Rande ausgezackte Zellen von typischer Cylinderform, welche sich schon durch die äussere Form von den zahlreich im Präparat vorhandenen Bindegewebszellen unterschieden. Die in *Pikrocarmin* gefärbten Präparate zeigten eine tiefrote Färbung des stäbchenförmigen Zellkernes (vereinzelt wurden 2 Kerne in einer Zelle bemerkt), während der schwach granulierte Zellleib eine mehr mattrote in Orange hinüberspielende Farbe hatte. Diese in den Semilunarklappen vorhandenen Zellen stimmten in der Form zwar nicht mit denjenigen überein, welche sich in der *Media* und *Muscularis mucosae* des Darmes derselben Induvidien vorfanden, und die mehr bandförmig waren, aber sie wichen in äusserer Form und ihrem Verhalten gegen Farbstoffe so von den Bindegewebszellen ab, dass sie zweifelsohne als glatte Muskelzellen anzusprechen sind. Je älter die Exemplare waren, um so reichhaltiger waren die Zellen vorhanden. Diese für die Lebensvorgänge der Wassersäugetiere so ausserordentlich wichtige Thatsache, welche sich ebenso wie der Schwund der Arrantischen Knötchen als eine Anpassung an das Wasserleben charakterisiert, werde ich bei Besprechung der Physiologie des Herzens noch entsprechend würdigen; es ist nach meinem Dafürhalten ein grosses Verdienst von Albers und Meyer, auf diese Thatsachen hingewiesen zu haben.

Dicht unter dem Schliessungsrande der mittleren und inneren Aorten-Semilunarklappe entspringen zwei Coronararterien derartig, dass ihre Ursprungsstellen von den Klappen bedeckt sind. Die linke

ist bedeutend stärker als die rechte. Sie treten beide zwischen Aorten- und Pulmonar-Arterien-Ursprung hindurch auf die vordere Fläche des Herzens. Ihr Verlauf ist von Burow (21) eingehend beschrieben, und meine Befunde würden lediglich eine Wiederholung des dort Gesagten bedeuten.

Einen Herzknorpel fand ich bei Exemplar 3 in der Muskulatur zwischen der inneren Semilunarklappe der Aorta und der rechten Vorkammer im Bereich der Mündung der Kranzvenen vor; er stellt ein plattgedrücktes Gebilde dar, das central aus spongiöser Knochensubstanz bestand, peripherwärts aber von Knorpelgewebe umgeben war.

Meckel (13) giebt an, dass der Knorpel bei *Phoca* seinen Sitz in der Kammerscheidewand habe; Meyer (22) äussert sich über den Sitz desselben im Herzen nicht, sondern giebt nur an, dass er ein kleines dreieckiges Gebilde sei. Ich habe ihn bei den beiden anderen Exemplaren nicht angetroffen und fand auch in der mir zu Gebote stehenden Litteratur sonst nichts über sein Vorkommen erwähnt; er scheint somit nicht konstant zu sein, genau wie meine Untersuchungen bei *Carnivoren* es ergaben, wo ich ihn zwar in der Mehrzahl der Fälle vorfand, vereinzelt aber auch konstatieren konnte, dass er fehlte.

Die Circumferenz des Herzens (an der Herzbasis gemessen), betrug:

bei Exemplar 1 = 18,0 cm
„ „ 2 = 20,5 „
„ „ 3 = 25,0 „

Höhe der linken Kammer (über die vordere Fläche, vom *Annlus fibrosus* bis zur Spitze gemessen):

bei Exemplar 1 = 5,0 cm
„ „ 2 = 5,5 „
„ „ 3 = 8,3 „

Höhe der rechten Kammer (gemessen vom Ursprung der *Arteria pulmonalis* bis zum untereren Kammerende):

bei Exemplar 1 = 6,1 cm
„ „ 2 = 6,7 „
„ „ 3 = 9,1 „

Höhe der linken Vorkammer:

3,8 bezw. 4,1 bezw. 5,2 cm

Höhe der rechten Vorkammer:

4,0 bezw. 4,5 bezw. 5,6 cm.

Nur die linke Kammer erreicht die Spitze; dass trotzdem die rechte Kammer die Höhe der linken übertrifft, ist durch die hohe Lage des Lungenarterien-Ursprunges bedingt. Die rechte Vorkammer ist zudem bedeutend geräumiger als die linke, was auch durch Befunde anderer bestätigt wird. Cuvier (9) giebt an, dass nur beim Biber ein umgekehrtes Verhältnis vorhanden sei, doch sei hier nach Sarrassin's Befunden dafür die *Vena cava inferior* an der Mündungsstelle in die rechte Vorkammer sackartig ausgedehnt und mit drei Klappen versehen (9, Seite 45). Die Stärke der Kammerwände verhält sich:

		rechts:		links:
bei Exemplar	1 =	1	:	$2^1/_2$
„ „	2 =	1	:	3
„ „	3 =	1	:	5

Burow (21) konstatierte, dass das Verhältnis der Stärke von rechter zu linker Kammerwand sich verhielt wie 1 : 5; Rapp (19) stellte ein Verhältnis von 1 : 3 beim erwachsenen Exemplar fest und bemerkt zugleich, dass durch ihn beim Fötus beide Kammerwände gleich stark befunden wurden; er identificiert diesen Befund mit dem von ihm beim Menschenembryo gewonnenen Resultaten.

Meyer's (22) Befunde decken sich mit denjenigen Rapp's.

Die innere Einrichtung des Herzens zeigt mehrfach Abweichungen vom Bau des Herzens landlebender Säugetiere. Die Muskulatur der geöffneten linken Kammer zeigt ein wunderbar konstruiertes Flecht- und Maschenwerk der Muskelfasern. Mächtige Fleischtrabekel, die am *anulus fibrosus* ihren Ursprung nehmen, ziehen sowohl auf der Seiten- wie auf der Scheidewand zum unteren (hinteren) die Herzspitze erreichenden Kammerende, sich vielfach teilend und tiefe Einbuchtungen zwischen sich lassend. Dadurch, dass ein Teil der vom *anulus fibrosus* kommenden Fleischtrabekeln etwa auf der Höhe des Ueberganges vom oberen zum mittleren Drittel der Kammerseitenwand sich mit gewaltigen, gleichsam aus der Tiefe des Ventrikels baumwurzelartig hervortretenden Fleischbalkenwülsten vereinigt, entstehen zwei auf der Seitenwand stehende Papillarmuskeln, von denen der eine (rechte) etwas abgeflacht erscheint, während der andere weit in das Lumen der Kammer hineinragt. Beide gewähren den vom Schliessungsrande der *Valvula bicuspidalis* regellos herablaufenden Sehnenfäden Anheftung. Diese *Valvula*

bicuspidalis ist jedoch deutlich vierzipfelig und zwar kann man zwei laterale Zipfel und zwei mediale unterscheiden.

Die rechte Kammer zeigt gleiche Bildungen; die zwischen den Fleischbalken vorhandenen Ausbuchtungen sind jedoch flacher. Die Entwickelung der hier in der Dreizahl vorhandenen warzenförmigen Muskeln, von denen zwei auf der Scheidewand, einer auf der Seitenwand sich befinden, erfolgt von dem unteren Ende des Ventrikels aus. Indem hier die aus der Tiefe hervortretenden Fleischtrabekeln, gleichfalls baumwurzelartig ihren Ursprung nehmend, sich zu grösseren Balken vereinigen, entstehen die auf der Scheidewand stehenden Papillarmuskeln. Ein Teil der Muskelbündel, welche den einen jener beiden Papillarmuskeln bilden, erreichen nicht den Gipfel desselben; sie zweigen sich vielmehr in halber Höhe ab, ziehen quer durch den Ventrikelhohlraum und verbinden sich mit Trabekeln, die von der Seitenwandung kommen und mit denen vereint sie den dritten auf der Seitenwand stehenden Papillarmuskel bilden. Durch die den Ventrikelhohlraum durchquerenden Muskelfaserzüge wird der untere Kammerhohlraum gewissermassen tunnelartig überbrückt, wodurch der rechte Ventrikel ein zerklüfteteres Aussehen als der linke erhält. Die rechte *Atrio-ventricular*-Oeffnung ist von einer Klappe eingefasst, welche den Typus der Dreizipfelung *(valvula bicuspidalis)* nicht mehr zeigt, wenigstens sind die drei Hauptzipfel in mehrere Unterzipfel zerlegt, was besonders bei dem abdominalwärts gelegenen Zipfel deutlich hervortritt.

Eine eingehende Beschreibung dieser inneren Herzeinrichtung bei *Phoca* finde ich nirgends, während über diesbezügliche Einrichtung des Herzens stationärer Säugetiere besonders Turner (37) eingehende Forschungen angestellt hat. Burow (21) erwähnt zwar die sehr stark ausgeprägten *Trabeculae carneae,* giebt aber merkwürdiger Weise an, dass er eigentliche *musculi papillares* nicht gefunden habe. Steller (1) fand bei *Manatus* die in den Herzkammern vorhandenen Stränge und Balken zahlreicher als beim Menschen.

Bei *Lutra vulgaris* und, wie ich hier vorwegnehmen will, auch bei *Trichechus rosmarus* liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Bei *Lutra* erheben sich im rechten Ventrikel im Bereich des oberen Drittels auf der Scheidewand drei schlanke langgezogene Muskelpapillen, welche den vom unteren Rande des *proximalen* Zipfels herablaufenden Sehnenfäden Anheftung gewähren. Die beiden anderen Zipfel entsenden Sehnenfäden, welche sich an einen plattgedrückten,

nahe der Spitze auf der Scheidewand stehenden Papillarmuskel anheften; dieser endigt in zwei flache Köpfe, empfängt aber an seiner Basis mehrere von der Seitenwand kommende Muskelbündel, welche den betreffenden Papillarmuskel mitbilden und gewissermassen den Rest des bei *Phoca* vorhandenen, der Seitenwand aufsitzenden dritten Papillarmuskels darstellen. Diese meine Befunde werden durch Angaben von Albers (7) und Cuvier (9) bestätigt. Bei *Trichechus rosmarus* liegen die Verhältnisse ähnlich. Die vom Schliessungsrande des *proximalen* Klappenzipfels kommenden Sehnenfäden heften sich an vier (4) schlanken Wärzchen an, die bezüglich ihrer Form und ihres Standes den im rechten Ventrikel von *Lutra vulgaris* beschriebenen Zuständen gleichen. Ausser diesen befinden sich noch zwei Papillarmuskeln auf der Scheidewand: der eine steht etwa in Höhe der Mitte der Scheidewand und ragt mit zwei nach Art von Handschuhfingern ausgezogenen Spitzen in das *lumen* des Hohlraumes hinein; an ihn heften sich die vom *distalen*, vorderen Zipfel kommenden Sehnenfäden an. Der andere Papillarmuskel steht tiefer im Hohlraum des Ventrikels, seine Basis befindet sich ganz dem unteren Ende zugewandt; hier inserieren sich die vom dritten *(abdominalen)* Klappenzipfel kommenden Sehnenfäden, die naturgemäss sehr lang ausgezogen erscheinen, während diejenigen des erstbeschriebenen Zipfels so kurz und dünn sind, dass dieser Zipfel der Scheidewand direkt aufzuliegen und auf ihr festgewachsen scheint.

Im übrigen sind die Einbuchtungen zwischen den Fleischbalken flacher als im Herzen der Seehunde. Diese innere Einrichtung in der rechten Herzkammer von *Lutra vulgaris* und *Trichechus rosmarus* stimmt fast vollkommen überein mit den ermittelten Verhältnissen bei den *Carnivoren*, nur sind die auf der Scheidewand nahe dem Schliessungsrande des *proximalen* Zipfels stehenden schlanken Wärzchen, an die sich die Sehnenfäden jenes Zipfels anheften, hier in der Fünfzahl vorhanden. Die anderen beiden Papillarmuskeln stehen tiefer, aber in gleicher Höhe zueinander auf der Scheidewand des Ventrikels; an sie heften sich die Sehnenfäden der beiden *distalen* Zipfel an. Die innere Einrichtung im rechten Ventrikel der Seehunde ähnelt in mancher Beziehung den entsprechenden Verhältnissen bei den *Ungulaten*.

Die linke *Atrio-Ventricular*-Klappe erscheint bei *Lutra* und *Trichechus* dreizipfelig, die *Cordae tendineae* heften sich an zwei

gut entwickelte, auf der Kammerseitenwand stehende Papillarmuskeln an. Während aber der eine abdominalwärts gelegene Zipfel seine Sehnenfäden dem direkt unter ihm stehenden Papillarmuskel zuschickt, heften sich die *Cordae tendineae* des vorderen grösseren Zipfels sowohl an den vorgenannten, als auch an einen zweiten, dem vorderen Wandteil aufsitzenden Papillarmuskel an, wodurch der Zerfall dieses Zipfels in zwei kleinere Zipfel vorgetäuscht wird.

Im Bereich der eigentlichen Vorkammern ist die Wandung bei *Phoca* glatt und ohne Ausbuchtungen; in der Gegend der Herzohren und besonders am blinden Ende derselben tritt eine solche jedoch deutlich hervor. Die Wandung der Vorkammern ist auffallend dünn und zart. Der Befund deckt sich mit den Angaben Burow's (21).

Eigenartige Verhältnisse finden sich an den in die rechte Vorkammer einmündenden venösen Gefässstämmen: meine Untersuchungen führten zu folgendem Resultat:

Es ist nur eine *Vena cava anterior* vorhanden, welche sich aus zwei gleich starken Jugularvenen zusammensetzt. Diese Jugularvenen lassen sich nur eine kurze Strecke weit verfolgen; sie lösen sich plötzlich pinselartig in viele kleine unter einander anastomosierender Gefässe auf (Plexusbildung). Eine *Vena azygos*, wie man sie bei terrestrischen Säugetieren vorfindet, fehlt. Es mündet in die *Vena cava anterior* ein kurzer Gefässstamm, welcher unmittelbar hinter dem Köpfchen der fünften Rippe aus dem Wirbelkanal tritt. Man kann vermittelst einer Fischbeinsonde zunächst verfolgen, dass dieses Gefäss im Rückenmarkskanal sich abdominalswärts fortsetzt. Nach Oeffnung des Wirbelkanals durch Abtragung der Wirbelbögen sieht man, dass an der Basis des Kanales zwei parallel neben einander verlaufende Gefässe sich vorfinden, die sich ungefähr im Bereich des 13. Rückenwirbels zu einem Stamm verbinden, der durch eines der Zwischenwirbellöcher aus dem Rückenmarkskanal tritt und im Bereich der Bauchhöhle in die *Vena cava posterior* einmündet. An dieser Stelle bildet die *Vena cava posterior* vor dem Durchtritt durch das Zwerchfell einen häutigen, äusserst dünnwandigen Sack, der einen 4—5 mal grösseren Durchmesser besitzt als die *Vena cava posterior* nach dem Eintritt in die Brusthöhle. In jenen sackförmig ausgebuchteten Bauchteil der *Vena cava posterior* münden ventralwärts 7 Lebervenen. Klappen im Bereich der Venen sind nicht vorhanden.

Die Eustachische Klappe fehlt allen drei Exemplaren, hingegen ist die Thebesische Klappe bei Exemplar 1 und 2 als häutige, die

Mündung der *Coronarvenen* bedeckende Hautfalte vorhanden. Bei dem älteren Exemplar 3 ist auch diese vollkommen geschwunden: an Stelle derselben findet sich nur noch ein flacher Muskelwulst. Die Mündung der *Venae coronariae cordis* repräsentiert sich hier als weiter klaffender Spalt, in Form eines Art *Sinus,* in den die eigentliche *Coronarvene* gesondert von dem aus der hinteren Längsfurche hervortretenden Stamm einmündet. Daher wird von 2 *Coronarvenen* gesprochen. Burow (21) beschreibt eine Eigentümlichkeit der *Vena cava posterior,* wonach dieselbe beim Durchtritt durch das Zwerchfell von einem etwa fingerbreiten Ringmuskel umgeben sein soll. Er bringt diesen Muskel in Zusammenhang mit der zeitweise während des Tauchens aufgehobenen Atmung, indem er glaubt, dass in dem Moment, wo das Tier unter Wasser geht, jener Muskel, den er: *sphincter venae cavae inferioris* nennt, sich automatisch contrahiere und damit durch Schliessung der Vene den Abfluss des Venenblutes aus den Hinterleibsorganen durch den in der Brusthöhle gelegenen Teil der *Vena cava inferior* verhindere. Das Venenblut der Hinterleibsorgane müsse dann auf Umwegen, und zwar durch die im Rückenmarkskanal gelegenen Venengeflechte, die in Duplikaturen der *dura mater* lägen, in die *Vena azygos,* von hier aus in die *Vena cava anterior* und dann erst in die rechte Vorkammer des Herzens. Hierdurch soll eine Verlangsamung der Blutbewegung zu Gunsten der unterbrochenen Atmung hervorgerufen werden.

Eine *Vena azygos* existiert nicht, was Burow damit bezeichnet ist wahrscheinlich der kurze Stamm, welcher sich aus den im Rückenmarkskanal gelegenen Basilarvenen bildet und der die Verbindung mit der *Vena cava anterior* darstellt. Ebensowenig giebt es einen »*sphincter venae cavae inferioris*«. Was Burow als solchen beschrieben hat, ist Muskulatur des Zwerchfelles, die allerdings mit der hindurchtretenden Hohlvene sehr eng verbunden ist. Durch sorgfältige Präparation kann man die äusserst dünnwandige Vene freilegen. Die Ansicht Burow's hingegen, dass beim Tauchen des Tieres ein Verschluss der *Vena cava inferior* stattfände, halte ich für richtig; nur übernimmt nicht ein besonderer *sphincter,* sondern das bei allen Wassersäugetieren sehr muskulöse Zwerchfell die Verschliessung.

Nach Carus (10), Cuvier (9) und Meckel (13) soll bei *Phoca* eine gut entwickelte Eustachische Klappe, die den Landsäugetieren fehlt, vorkommen.

Rapp (19) fand dieselbe niemals und die Thebesische Klappe nur rudimentär entwickelt.

Nach Wolf's Beobachtungen (bei 9; Seite 41) soll zwischen *Valvula Eustachii* und *Valvula foraminis ovalis* ein Verhältnis derartig beim Seehunde bestehen, dass erstere im Fötalleben stark, letztere schwach entwickelt ist. Beim Wachsen der letzteren schwindet erstere. Die *Valvula Eustachii* läge so, dass das Blut der hinteren Hohlvene sogleich in die linke Vorkammer gegen das *foramen ovale* gelangt, ohne überhaupt die rechte Vorkammer zu passieren. Allmählich werde die *Valvula Eustachii* in die rechte Kammer gedrängt und die hintere Wand der *Vena cava inferior* wüchse als *Valvula foraminis ovalis* in die Höhe. Diese habe den Zweck, das Blut der *Vena cava inferior* von der linken Vorkammer ab und nach der rechten zu leiten. Daher müsse eine stark entwickelte Eustachische Klappe mit dem Offenbleiben des *foramen ovale*, ein Schwund derselben mit dem Vernarben des *foramen* zusammenfallen. Gegen diese Theorie ist principiell nichts einzuwenden, unrichtig ist jedoch Wolf's Anschauung über die Entstehung der *Valvula foraminis ovalis*. Die Entstehung dieser Klappe hat mit der Einbeziehung des *Sinus venosus* (*sinus vëunins* nach Born) in die rechte Vorkammer nichts zu thun. Die *Valvula foraminis ovalis* entsteht aus dem ursprünglichen *Septum atriorum* (45) und das *foramen ovale* in demselben stellt eine sekundäre Durchbruchsöffnung dar (49). Ich habe mich von der Richtigkeit dieser Ansicht durch Untersuchung bezw. Besichtigung der mir durch Herrn Professor Dr. Born zur Verfügung gestellten Wachsmodelle vom menschlichen, sowie vom Kaninchen-Embryo überzeugen können. Hierdurch wurde mir auch ein Befund klar, den ich bei dem untersuchten Embryo von *Trichechus rosmarus* feststellte. Ich fand hier nicht ein *foramen ovale*, sondern in der Richtung nach der Mündungsstelle der *Vena cava inferior* noch ein zweites kleineres *foramen*, dessen Kanal schief verlief und von der linken Vorkammer aus durch eine Hautfalte überdeckt war. Bruck (30) und Röse (45) beobachteten bei Rinder-, Schaf- und Pferde-Embryonen mehrfach derartige Durchlöcherungen im *septum atriorum*; auch ich fand gelegentlich meiner späteren Untersuchungen nochmals eine derartige Bildung eines zweiten *foramen ovale* bei einem Embryo von *Beluga leucas*.

Weber (bei 22) beschreibt das Vorkommen einer — zweiten — *Valvula foraminis ovalis* in der rechten Vorkammer bei *Phoca*

vitulina; ich halte diese Klappe für den Rest der im frühesten Fötalleben vorkommenden linken Sinusklappe, welche nach Born (50) später gänzlich schwindet, nach Mixot (49) sich jedoch in das *septum spurium* nach oben fortsetzt (*septum II* nach Born) und mit der Bildung des späteren *limbus vieussenii* in Beziehungen steht.

Der Lower'sche Hügel ist als kräftig entwickelter Muskelwulst zwischen der Mündung der *Vena cava anterior* und *posterior*, dem vorderen Rande des *septum atriorum* anliegend, bei allen 3 Exemplaren vorhanden.

In die linke Vorkammer münden 6 Lungenvenen, von denen zwei einen grösseren Durchmesser besitzen als die übrigen vier.

Bevor ich zu der Untersuchung des Centralorgans der Circulation der stationären Wassersäugetiere übergehe, möchte ich hier nur kurz anhangsweise des Herzens von *Trichechus rosmaris* und von *Lutra vulgaris* Erwähnung thun; ich beschränke mich hierbei auf die Angaben der wichtigsten Verhältnisse, soweit dies nicht schon geschehen ist.

Das Herz von *Trichechus rosmarus* ist stark plattgedrückt, breiter als lang und an der Spitze eingekerbt; beide Herzlängsfurchen, besonders die hintere, sind sehr deutlich vorhanden. Die Lage ist steil, die Herzspitze befindet sich im Bereich der Insertion der fünften Rippe an das Brustbein. Es liegt mit der grösseren Hälfte rechts von der Mittellinie, die rechte Kammer bezw. Vorkammer nach rechts, die linken nach links. Der Herzbeutel ist mit dem *Diaphragma* nicht verwachsen, sondern, wie Turner und Humpry (35) ganz richtig bemerken: durch eine von der *Vena cava inferior* zum diaphragmalen Ende des Herzbeutels verlaufende Falte wird ein solches vorgetäuscht. In Wirklichkeit ist der Herzbeutel mit dem Zwerchfell unverbunden und beweglich.

Das linke Herzohr ist sehr gross, langgezogen und zeigt mehrfach tiefe Einkerbungen; es ist gewissermassen durch Umbiegung auf die vordere Fläche der linken Kammer zu liegen gekommen, wo es zum Teil von der sehr stark entwickelten Thymusdrüse bedeckt wird. Die geöffnete rechte Vorkammer zeigt am vorderen Rande des (grossen) *foramen ovale* einen gut entwickelten Lower'schen Hügel. *Valvula Eustachii* und *Thebesii* sind vorhanden, erstere aber bereits in der Rückbildung begriffen. Der Stamm der Aorta und der *Arteria pulmonalis* sind zwar deutlich, aber nicht sehr bedeutend ausgebuchtet. Die Arrantischen Knötchen am Schliessungsrande der Semilunarklappen sind deutlich sichtbar.

Aus dem convexen Bogen des Aortenstammes entspringen 2 Gefässe, deren Verlauf ich leider bei der Kleinheit des Materials, und mit Rücksicht darauf, dass dasselbe sich nicht mehr gut präparieren liess, nicht feststellen konnte. Der Botallische Gang zeigt die normale Form und Entwicklung.

Das Herz von *Lutra vulgaris* ist an der Spitze abgestumpft, ebenso lang als breit, und zeigt eine schön rundliche Form. Das linke Herzohr ist ganz minimal entwickelt. Die Längsfurchen sind gänzlich geschwunden. Stärke des linken zum rechten Ventrikel wie 7 : 1. Im geöffneten rechten Atrium fällt die stark klaffende Mündung der *Vena coronaria* auf, welche dorsalwärts von einer wulstigen, muskulösen Hautfalte zum Teil bedeckt ist. Ueber dieser Hautfalte befindet sich noch eine flache Muskelleiste. Das *foramen ovale* ist geschlossen, die *fossa* sehr flach, hingegen findet sich im linken Atrium an der Vernarbungsstelle des ehemaligen *foramen ovale* eine tiefe Grube. Der Botallische Gang ist zum soliden Strang geworden. Die Ursprungsstelle aus der *Arteria pulmonalis* und die Einmündungsstelle in den Aortenstamm sind geschlossen. Der Aortenstamm, sowie der Anfangsteil der *Arteria pulmonalis* sind ausgebuchtet; an den Semilunarklappen der *Arteria pulmonalis* sind die Arrantischen Knötchen geschwunden, an denjenigen der Aorta sind sie als breitgedrückte flache Zipfel eben noch sichtbar.

Home und Menzies (4) fanden bei einem von ihnen untersuchten jungen Exemplare von *Enhydra marina Cuvier* das Herz sehr breit und an der Spitze abgerundet. Das *foramen ovale* war offen und von einer schief gestellten *Valvula* bedeckt; der Botallische Gang fehlte gänzlich. Diese Schiefstellung der *Valvula foraminis ovalis* war bei einem gleichfalls von ihnen untersuchten Embryo derselben Gattung weniger ausgeprägt.

B. Stationäre Wassersäugetiere.

1. Zahnwale.

α) Phocaena communis-Less.

Von den beiden ausgewachsenen Exemplaren besass das eine eine direkte Körperlänge von 114 cm (über den Rücken gemessen 116, über den Bauch gemessen 117 cm); das zweite Exemplar mass 126 cm

(129 bezw. 131 cm). Der Thoraxumfang, in Höhe der 6. Rippe gemessen, betrug: bei Exemplar 1 = 61 cm
„ „ 2 = 67 „

Der Umfang, vor dem Ansatz der Rückenflosse gemessen, betrug:
bei Exemplar 1 = 52 cm
„ „ 2 = $55^1/_2$ „

Die Zahl der vorhandenen Rippen beträgt:
bei Exemplar 1 = 13 (7 wahre und 6 falsche),
„ „ 2 12 (6 „ „ 6 „

Die Lage des Herzens ist bei beiden Exemplaren leicht schräg, die Spitze liegt unmittelbar hinter der Ansatzstelle der dritten Rippe an das Brustbein. Die Basis des Herzens befindet sich ungefähr vor dem vorderen Rande der zweiten Rippe. Der Herzbeutel ist bei beiden Exemplaren mit dem Brustbein und dem Zwerchfell bis zur Hohlvene verwachsen. Die Lungen sind ungelappt; es fehlt ein mittlerer Lungenlappen. Die Gestalt des Herzens ist schlank, an der Spitze ist dasselbe abgerundet. Die Spitze ist weder geteilt noch eingekerbt, die beiden Herzfurchen sind seicht, die Ohren sind klein und mehrfach eingekerbt, das rechte liegt höher als das linke.

Die Breite des Herzens, an der Basis vom linken zum rechten Rand gemessen, beträgt:
bei Exemplar 1 = 10,4 cm
„ „ 2 = 10,8 „

Die Höhe, vom Ursprung der Lungenarterie bis zur Spitze gemessen, beträgt:
bei Exemplar 1 = 8,1 cm
„ „ 2 = 8,7 „

Die Circumferenz des Herzens stellt sich:
bei Exemplar 1 = 19,6 cm
„ „ 2 = 21,5 „

Höhe der rechten Kammer (vom *annlus fibrosus* über die Mitte der Kammer bis zum unteren Ende derselben):
bei Exemplar 1 = 6,2 cm
„ „ 2 = 8,0 „

Höhe der linken Kammer (unter Zugrundelegung derselben Verhältnisse wie rechts):
bei Exemplar 1 = 6,9 cm
„ „ 2 = 8,2 „

Tyson (bei 9) und Meckel (14) fanden das Herz beim Braunfisch ebenso wie beim Manatus-Embryo an der Spitze gespalten und mit sehr tiefen Herzfurchen versehen; Meckel erwähnt dabei ausdrücklich, dass diese Spaltung durch eine vordere und hintere Längsrinne angedeutet sei. Auch Carus thut jener Einkerbung Erwähnung. Rapp (19) giebt an, die Spitze sei, allerdings nicht immer deutlich, beim Delphin eingekerbt. Meyer (15) beschreibt ein gleiches Verhältnis beim Narwal; Jackson (25) und Murie (31) beim Globiocephalus; Bouvier (44) bei Orcella.

Der gemeinschaftliche Stamm der Aorta ist stark gebogen und ausgebuchtet; er tritt zunächst etwas nach rechts, giebt hier einen starken Gefässstamm, die *Arteria anonyma dextra,* dann einen schwächeren, mehr nach links gelegenen, die *Arteria anonyma sinistra,* und der Mündung des Botallischen Ganges schräg gegenüber, etwas mehr rückwärts, die *Arteria thoracica posterior sinistra* ab. Die *Arteria anonyma dextra* als stärkster Stamm giebt zunächst ein verhältnismässig kleines Gefäss, die *Arteria thoracica posterior dextra,* ab und teilt sich dann:

1. in einen starken Stamm, die *Arteria carotis cervicalis dextra,*
2. in ein kleines Gefäss, die *Arteria carotis facialis dextra,*
3. in das stärkste und den fortlaufenden Stamm darstellende Gefäss, die *Arteria subclavia dextra.*

Die *Arteria anonyma sinistra* stellt den schwächeren, nach links gelegenen Stamm dar; sie teilt sich genau wie die *Arteria anonyma dextra* in die drei Gefässe: *Arteria carotis cervicalis sinistra, Arteria carotis facialis sinistra* und in die *Arteria subclavia sinistra.*

Mit der Ausbuchtung der Aorta ist gleichzeitig eine Zunahme der Wandstärke verbunden; ich gebe die diesbezüglichen Masse an:

Circumferenz der Aorta:

a) beim Austritt aus der linken Kammer:
im Falle 1 = 5,1 cm
„ „ 2 = 5,2 „

b) zwischen Ursprung der *Arteria anonyma dextra* und *sinistra:*
im Falle 1 = 5,8 cm
„ „ 2 = 6,0 „

c) hinter der Eintrittsstelle des Botallischen Ganges:
im Falle 1 = 4,4 cm
„ „ 2 = 5,0 „

Die Wandstärke der Aorta beträgt:

ad a) – im Falle 1 = $^3/_4$ mm
„ „ 2 1,0 „

ad b) im Falle 1 = 1,5 mm
„ „ 2 = 1,7 „

ad c) im Falle 1 = $^1/_2$ mm
„ „ 2 = $^3/_4$ „

An der *Arteria pulmonalis* bestehen homologe Verhältnisse; die Circumferenz beträgt hier:

a) an der Ursprungsstelle:
im Falle 1 = 4,4 cm
„ „ 2 = 6,1 „

b) an der Stelle der stärksten Ausbuchtung:
im Falle 1 = 4,9 cm
„ „ 2 = 6,8 „

c) vor der Teilung:
im Falle 1 = 3,6 cm
„ „ 2 = 4,8 „

Arrantische Knötchen sind an den Semilunarklappen der Aorta bei keinem der beiden Exemplare vorhanden, an denjenigen der *Arteria pulmonalis* fehlen sie dem grösseren Exemplare, bei dem kleineren sind die Stellen, wo die Knötchen ihren Sitz hatten, in einen Zipfel ausgezogen.

Stannius (23) betont ausdrücklich, dass diese *noduli Arrantii* beim Braunfisch den Semilunarklappen sowohl der Aorta wie der *Arteria pulmonalis* fehlen, er vermisste dieselben auch bei einem von ihm untersuchten ausgewachsenen Exemplar von *Orca gladiator* von 23 Fuss Länge. Rapp (19) fand bei seinen diesbezüglichen Untersuchungen schwachentwickelte Arrantische Knötchen und Ausbuchtungen der Aorta vor; gleiche Verhältnisse giebt er bei *Cystophora borealis* und beim Narwal als vorhanden an. Auch Turner (33) hebt die von ihm vorgefundene, sehr auffallende Ausbuchtung des Aortenstammes, sowie des Anfangsteiles der *Arteria pulmonalis* im Herzen des von ihm untersuchten *Globiocephalus* hervor. In der zu Gebote stehenden Litteratur finde ich nur einmal, und zwar durch Wilson (38) der Thatsache Erwähnung gethan, dass der Anfangsteil der Aorta und der *Arteria pulmonalis* verdickt waren, also eine Hypertrophie der Wandung zeigten.

In gleicher Weise wie bei *Phoca vitulina* habe ich an dem Herzen der beiden Braunfische die Semilunarklappen der Aorta auf das Vorhandensein von glatten Muskelfasern zwischen den Duplikaturen geprüft und konnte den nämlichen Befund wie bei *Phoca* registrieren. Meyer und Albers fanden dieselben, wie bereits erwähnt wurde, auch beim Narwal.

Dicht oberhalb des Schliessungsrandes der mittleren und inneren Semilunarklappe entspringen aus der Aorta mit breiter Oeffnung, getrennt von einander, zwei Coronararterien, eine *sinistra* und eine *dextra*. Der Verlauf dieser Arterien lässt sich am Herzen des kleineren Exemplares besonders schön verfolgen, ich gebe den dort ermittelten Befund wie folgt wieder:

Die kleinere *Arteria coronaria dextra* entspringt oberhalb des Randes der inneren (nach rechts gelegenen) Klappe, tritt zwischen dem Grund der Lungenarterie und dem inneren Rand des rechten Herzohres auf die vordere Fläche des Herzens, verläuft dicht an der Basis dieses Herzohres und giebt hier ein mittelstarkes Gefäss ab, das in Schlangenwindungen auf die vordere Fläche (Mitte der rechten Kammer) tritt und sich hier in die Muskulatur dieser Kammer verliert, ohne die Spitze zu erreichen. Der fortlaufende Stamm erweitert sich beträchtlich, giebt eine Menge kleiner geschlängelt verlaufender Gefässchen ab, die an den Anfangsteil der Lungenarterie treten, und schlägt sich um den Rand der rechten Kammer, immer am Grunde des Herzohres verlaufend, auf die hintere Fläche um und giebt hier einen verhältnismässig starken Gefässstamm ab, welcher schräg über den rechten Rand nach unten und vorn verlaufend (also wieder rückwärts), der Spitze des Herzens zueilt und hier mit kleinen Gefässausläufen anastomosiert, welche einem Seitengefässe entstammen, das einer Arterie, die in der vorderen Längsfurche verläuft und aus der *Arteria coronaria sinistra* entspringt, zugehört. (Nach Stannius: *ramus superficiei anterioris cordis.*)

Der fortlaufende Stamm der *Coronaria dextra* tritt sodann unmittelbar unterhalb der Mündung der *Vena cava inferior* in die hintere Längsfurche, verbindet sich hier mit den Endzweigen der *Arteria coronaria sinistra* und verläuft als hintere Längsarterie in Schlangenwindungen, kleine Seitenzweige abgebend, der Spitze zu, ohne dieselbe zu erreichen. Sie schlägt sich vielmehr um den Rand der rechten Kammer auf die vordere Herzfläche und verbindet sich mit der vorderen Längsarterie (*Ramus superficiei anterioris cordis;*

Stannius.) Die hintere Längsarterie wird von der sehr oberflächlich liegenden hinteren Längsvene zum Teil bedeckt.

Die *Arteria coronaria sinistra*, oberhalb des Schliessungsrandes der mittleren Klappe entspringend, stellt den stärkeren Stamm dar. Etwa $1^1/_2$ cm nach ihrem Ursprunge giebt sie einen starken Ast ab, welcher zwischen dem fortlaufenden Stamm der »*sinistra*« und dem Grunde der *Arteria pulmonalis* auf die vordere Herzfläche tritt und sich in einen stärkeren rechten und in einen schwächeren linken Ast teilt. Letzterer erreicht etwa die Mitte der vorderen Fläche und verliert sich in der Muskulatur der linken Kammer: der rechte Ast verläuft in der vorderen Längsfurche (nach Stannius: *ramus superficiei anterioris cordis*) erreicht nicht die Spitze und anastomisiert mit der in der hinteren Längsfurche verlaufenden Arterie.

Der fortlaufende Stamm der *Coronaria sinistra* schlägt sich um den inneren Rand des linken Herzohres auf die vordere Herzfläche, verläuft hier zwischen linker Kammer und Vorkammer, vom linken Herzohr bedeckt, und schlägt sich über den linken Rand, nachdem er zuvor ein kurzes Ernährungsgefäss für die Muskulatur der linken Kammer abgegeben hat. Sodann tritt die *Coronaria sinistra* auf die hintere Herzfläche; hier entspringt ein starkes Gefäss, das genau wie das aus der *Coronaria dextra* entspringende Gefäss über den rechten Rand, hier über den linken Rand zurückläuft und ohne die Herzspitze zu erreichen, sich mit Gefässzweigen, die aus der Vereinigungsstelle der vorderen und hinteren Längsarterie entstanden sind, verbindet. Auf diese Weise entsteht ein typisches Arteriengeflecht an der Spitze des Herzens.

Der fortlaufende Stamm der *Coronaria sinistra* giebt noch ein geschlängelt verlaufendes Ernährungsgefäss für die Muskulatur der hinteren Wandung der linken Kammer ab und vereinigt sich dann mit der *Coronaria dextra* in der hinteren Längsfurche zur *Arteria coronaria posterioris cordis* (*Ramus superficiei posterioris cordis* nach Stannius). Wir haben also an vier Stellen Anastomosen zwischen *Coronaria dextra* und *sinistra*. Auffallend ist ferner der geschlängelte Verlauf der Arterien, das Bestreben zur Geflechtbildung und der Umstand, dass sich die Aeste oft stark erweitern, sodass sie stärker als der Hauptast sind, und dass sie sich dann ebenso schnell wieder verjüngen. Ebenso wie bei den Arterien besteht auch im Venensystem des Herzens das Bestreben zur Geflechtbildung, doch entsprechen, worauf bereits E. von Baer (16) aufmerksam

machte, die Venengeflechte nicht den Arteriengeflechten. Turner (bei 41) fand an der Basis und dem Grunde der *Arteria pulmonalis* beim Delphin derartige Venengeflechte und meint, dass sie auch beim Menschen vorhanden sind.

Sannius (23) weicht in seinen Darstellungen unwesentlich von meinen Befunden ab. Er erwähnt nicht, dass der aus der *Arteria coronaria sinistra* gleich nach ihrem Austritt aus dem Aortenstamm entspringende starke Ast für die vordere Herzlängsfurche *(Ramus superficiei anterioris cordis)* sich in 2 Aeste, in einen linken schwächeren und einen stärkeren rechten, teilt. Hingegen deutet er diese Teilung bei Beschreibung eines Herzens von *Orca gladiator* an, denn er macht darauf aufmerksam, dass hier eine Teilung in drei Aeste vorhanden sei. —

Das *foramen ovale* ist bei dem kleineren Exemplar von 114 cm Länge nicht vollkommen geschlossen; man kann vermittelst der Sonde peripher zwei etwa 1 mm im Durchmesser messende Kanäle nachweisen. Diese setzen sich in Form einer nach oben offenen Rinne in die linke Vorkammer eine Strecke weit fort. Diese Rinnenbildung wird durch die *valvula foraminis ovalis,* welche eine eigenartige Faltung zeigt, gebildet. Beim zweiten Exemplar ist das *foramen* geschlossen und die *valvula foraminis ovalis* beim Schliessungsprozess in die Vorkammerscheidewand mit einbezogen.

Meine Befunde bestätigen die bereits von früheren Forschern ausgesprochene Ansicht, dass das *foramen ovale* im Embryonalzustande und auch noch unmittelbar nach der Geburt bei den Zahnwalen besteht. Jackson (25), Bouvier, Turner (33) haben dies bestätigt und geben an, dass es sich später bestimmt schliesst, allerdings, wie Bouvier (44), meint, unter eigentümlicher Faltenbildung der *fossa ovalis.*

Der stark muskulöse *limbus Vieussenii* umschliesst in beiden Fällen ringförmig den Rest des *foramen ovale* bezw. die *fossa ovalis* im zweiten Falle, wobei besonders die Infaltenlegung der Septenwandung innerhalb des *limbus Vieussenii* hervortritt; ein Zeichen, dass die Schliessung durch Einbeziehung der *valvula foraminis ovalis* erfolgte, nachdem die Bildung des »*limbus*« längst vollzogen war.

Eine Thebesische Klappe fehlt in beiden Fällen; von einer Eustachischen Klappe finde ich nur bei dem ersten Exemplare einen Rest in Gestalt eines schräg von der Mündung des *sinus* der *venae*

coronariae cordis zum *limbus Vieussenii* ziehenden etwa 33 mm hohen rundlichen Saumes vor.

Nach Rapp (19) und Meckel (13) fehlt dem ausgewachsenen Braunfisch Eustachische wie Thebesische Klappe; beim Narwal fand Meyer (15) die Eustachische Klappe nicht vor; an Stelle der Thebesischen Klappe war eine Ringmuskelfaserschicht im Sinus der Coronarvenenmündung vorhanden.

Nach Bouvier (44) soll den Delphinapteren die Thebesische Klappe überhaupt fehlen.

Carte und Macalester (bei 44) wollen die Eustachische Klappe beim Globiocephalus vorgefunden haben, sie stellten ihre Untersuchungen aber an Embryonen an.

Der *ductus Botalli* ist bei beiden Exemplaren vorhanden; bei dem kleineren Exemplar zeigt er noch deutliches Lumen, und man kann mit einer nicht zu starken Sonde bequem von der *Arteria pulmonalis* durch denselben zur Aorta gelangen. Beim zweiten Exemplar ist er zum soliden Strang geworden, und an Stelle der Mündungsöffnung in die Aorta befindet sich dort ein flacher Muskelwulst. Turner (33) fand bei einem von ihm untersuchten Delphin, sowie bei einem Exemplar von Globiocephalus den *ductus* geschlossen, beobachtete aber unterhalb der ehemaligen Mündungsstelle desselben in die Aorta eine eigentümliche Hautfalte, welche sein Prosector Dr. William Allen auch bei einer menschlichen Kindesleiche, deren *ductus* geschlossen war, gefunden haben will. Diese Hautfalte soll den Zweck haben, beim offenen *ductus* Botalli den aus demselben in die Aorta tretenden Blutstrom direkt der Aorta *descendens* zuzuleiten und ein Zurückströmen in den Anfangsteil der Aorta verhindern.

Meckel (13) fand bei *Delphinus delphis*, Cuvier (17) bei *Orca gladiator* den *ductus* geschlossen, dagegen konstatierte Eichwald (Mém. Ac. St. Pétersbourg, t. IX. pag. 446) bei einem jungen Exemplare von *Phocaena communis*, dass der *ductus* offen war.

Die Stärke der rechten zur linken Kammerwandung verhält sich:

beim Exemplar von 114 cm wie 1 : $3^1/_2$

beim Exemplar von 126 cm wie 1 : 5

Die innere Einrichtung beider Herzkammern unterscheidet sich zunächst allgemein von derjenigen bei *Phoca vitulina* durch die viel weniger scharf ausgeprägte Buchtenbildung zwischen den Fleischbalken; sodann erreichen die Papillarmuskeln bei *Phoca communis* bei weitem nicht die Mächtigkeit wie dort. Ich finde in der linken

Kammer zwei auf der Kammerseitenwand sitzende flache Papillarmuskelgruppen, welche den zahlreichen vom unterem Rande der deutlich vierzipfeligen Klappe der *Atrio-Ventricular*-Oeffnung herabkommenden Sehnenfäden Anheftung gewähren. In der rechten Kammer sind die drei Papillarmuskeln, von denen zwei auf der Seiten-, einer auf der Scheidewand ihren Sitz haben, langgezogene Muskelcylinder. Die Sehnenfäden dieser ausgesprochen dreizipfeligen Klappe kreuzen sich vielfach dergestalt, dass die vom äusseren Zipfel kommenden Fäden sich auf dem Papillarmuskel der Scheidewand, die des inneren Zipfels sich den Muskeln der Scheidewand anheften. Wenn Turner (33, Seite 332) von einer geringen Entwicklung der Zipfel der *Auriculo-Ventricular*-Klappen und einer hohen Lage der *musculi papillares*, deren Basis ungefähr in der Mitte zwischen Basis und Spitze der Ventrikel läge, im Herzen vom Globiocephalus spricht, so kann ich ihm mit Bezug auf die ermittelten Verhältnisse bei *Phocaena communis* nur insofern beistimmen, als er seine Befunde auf die Verhältnisse in der linken Kammer angewendet wissen will; für die rechte Kammer trifft dies aber beim Braunfisch nicht zu.

Die Anordnung der Papillarmuskeln der rechten Kammer weicht bei *Phocaena* ebenfalls erheblich von den bei *Phoca vitulina* ermittelten Verhältnissen ab.

Nach Bouvier (44) sollen im Herzen des Cachelot *(Physeter)* in jedem Ventrikel zwei Papillarmuskeln vorhanden sein, von denen einer der Vorder-, der andere der Hinterwand aufsässe; im übrigen giebt er an, dass die linke *Atrio-Ventricular*-Klappe vier Zipfel (2 grössere und 2 kleinere), die rechte hingegen drei (einen vorderen, inneren und äusseren) Zipfel besässe.

Murie (31) fand beim *Globiocephalus melas* in der Tricuspidalklappe eine etwa bohnengrosse Oeffnung vor, welche von einer Hilfsklappe überdeckt war; er spricht diese Bildung als normal an und meint, es handle sich hier um eine ganz besondere Art der Bildung einer Ergänzungsvorrichtung für die den Wassersäugetieren charakteristischen *Plexus*.

Die Innenfläche der Vorkammerwände ist in der Mitte glatt, hingegen im Bereich der eigentlichen Herzohren *(Recessus)* mit Einbuchtungen versehen, indem kreuz und quer verlaufende Fleischbalken ein kompliziertes areoläres Netzwerk bilden. Gleiche Verhältnisse fand L. de Santis (44) im Herzen eines von ihm untersuchten *Cachelot*.

In die linke Herzkammer münden fünf Lungenvenen (3 stärkere und 2 schwächere Stämme), die sämtlich ohne Klappen sind.

Wie bei den Robben fand ich bei *Phocaena communis* nur eine *Vena cava anterior* in Uebereinstimmung mit Rapp (19) und Meckel (13) vor. Dieselbe setzt sich aus 2 Jugularvenen zusammen und nimmt kurz vor ihrer Mündung in die rechte Vorkammer einen kurzen Gefässstamm auf, welcher, wie zuerst E. v. Baer (16) und nach ihm Stannius (23) nachgewiesen haben, die Kommunikation der *Vena cava anterior* mit der *posterior* vermittelt. Ich habe bereits an anderer Stelle festgestellt, dass dieser kurze Gefässstamm zwischen 5. und 6. Rippe aus dem Rückenwirbelkanal tritt und sich aus 2 an der Basis des Rückenmarkes verlaufenden Blutleitern zusammensetzt und kann nur konstatieren, dass bezüglich dieser Verbindungsgefässe gleiche Verhältnisse zwischen Robben und Zahnwalen bestehen. Eine *Vena azygos*, wie sie den terrestrischen Säugetieren zukommt und wie sie Rapp (19, Seite 167) auch beim Braunfisch gefunden haben will, fehlt den Wassersäugetieren. Bouvier (44, Seite 108) hat die über diesen Punkt durch von Baer und Stannius angestellten Forschungen fortgesetzt und fand, dass von den beiden im Centralkanal gelegenen Blutleitern der linke kleiner als der rechte war. Der aus diesen beiden Venen gebildete Gefässstamm soll die Schwanz-, Lenden- und Intercostalvenen aufnehmen, zwischen 3. und 4. Rückenwirbel aus dem Centralkanal treten und sich anfangs nach rechts, dann zur Mitte sich wendend in die *Vena cava anterior* einmünden. Eine *Vena azygos* fehlt nach seiner Ansicht sämtlichen *Cataceen*. Merkwürdiger Weise spricht er von zwei *Venae cavae anteriores*, er meint aber wohl damit die beiden Jugularvenen, denn er sagt selbst, dass dieselben sich vor dem Eintritt in die rechte Vorkammer zum gemeinschaftlichen Stamm verbinden.

Die *Vena cava posterior* bildet vor dem Durchtritt durch das *Diaphragma* eine dünnhäutige sackartige Ausbuchtung und nimmt hier 5 Lebervenen auf. Meckel (13) fand nur 3 Lebervenen, von denen die mittlere die stärkste, selbst stärker als die eigentliche Hohlvene war. Nach ihm sollen die Venengeflechte am verzweigtesten und weitesten bei *Phoca*, am geringsten bei *Castor* sein, *Delphinus* und *Phocaena* stehen in der Mitte.

Meine Untersuchungen an den beiden Embryonen von 47,0 bezw. 11,4 cm Körperlänge ergaben mannigfache Abweichungen von den Befunden bei den beiden ausgewachsenen Exemplaren; ich

werde hier nur kurz diejenigen Befunde registrieren, in denen beide Entwickelungsstadien von einander abweichen.

Die *noduli Arrantii* an den Semilunarklappen der Aorta und *Arteria pulmonalis* sind vorhanden; der Aortenstamm ist besonders beim Exemplar von 11,4 cm Länge stark ausgebuchtet. Das *foramen ovale* ist von einer *valvula* bedeckt, die siebartig durchlöchert ist. *Valvula Eustachii* ist vorhanden; dieselbe ist jedoch in ihrem oberen Teile bereits geschwunden. Die *valvula Thebesii* fehlt dem Exemplar von 47,0 cm Länge, beim Exemplar von 11,4 cm ist sie vorhanden; bei diesem bildet die *valvula Eustachii* eine vollkommen geschlossene häutige Scheide zwischen Mündung der *Vena cava posterior* und rechtem Atrium.

Die Wandungen beider Ventrikel sind ungefähr gleich stark (diese Verhältnisse sind an den mikroskopischen Schnitten festzustellen). Beim Exemplar von 47,0 cm Länge ist die Wandung der linken Kammer doppelt so stark als die der rechten.

Die innere Einrichtung der Herzkammern entspricht derjenigen der ausgewachsenen Exemplare, die äussere Form weicht insofern ab, als die Herzspitze hier mehr abgerundet und die untere Grenze beider Kammern scharf abgesetzt erscheint; eine Einkerbung oder gar Spaltung ist nirgends festzustellen, ebensowenig zeigt sich eine auffallende Furchenbildung auf der vorderen oder hinteren Fläche des Herzens.

β) Beluga leucas-Gray.

Von dieser Zahnwahl-Species standen mir drei Embryonen von 26,0, 24,0 und 11,4 cm direkter Körperlänge zur Verfügung. Meine Untersuchungen, die ich in Form eines Vergleiches mit den bei *Phocaena communis* gewonnenen Resultaten hier wiedergeben werde, hatten folgendes Ergebnis:

Die Lage des Herzens im Brustraume sowie die äussere Formgestaltung desselben weichen erheblich von den diesbezüglichen bei *Phocaena communis* ermittelten Verhältnissen ab und lehnen sich mehr den Formen der temporären Wassersäugetiere, besonders der Robben an. Die Lage des Herzens, dem infolge der durch O. Müller (54, Seite 120) beschriebenen Schieflagerung des Brustbeines ein verhältnismässig nur kleiner Raum in der Brusthöhle zur Verfügung steht, ist schräg; die sogenannte Herzspitze liegt hinter der

Insertionsstelle der 5. Rippe; — es sind 12 Rippen, 7 wahre und 5 falsche vorhanden; — an das Brustbein. Die Herzaxe bildet mit der Horizontallinie einen Winkel von 50°.

Der Herzbeutel ist mit dem Brustbein und dem Zwerchfell bis zur Hohlvene verwachsen; ein mittlerer Lungenlappen fehlt. Das Herz ist breit und abgeplattet, breiter als lang und am unteren Ende abgerundet, aber bei keinem der drei Exemplare gespalten. Vordere und hintere Längsfurche sind sehr tief; am unteren Ende veranlassen sie eine so scharfe Markierung der Grenze zwischen beiden Kammern, dass man von einer Einkerbung sprechen kann. Beide Herzkammern erreichen die Spitze, liegen aber nicht ganz in gleicher Höhe. Die Breite übersteigt die Länge bedeutend; ich lasse die bezüglichen Masse folgen:

	Breite (an der Herzbasis gemessen)	Länge (vom Ursprung der Lungenarterie bis zur Spitze gemessen)
bei Exemplar 1:	2,8 cm	2,2 cm
bei Exemplar 2:	2,6 cm	2,1 cm
bei Exemplar 3:	1,5 cm	1,3 cm

Die Verhältnisse ähneln hier sehr denjenigen beim menschlichen Embryo, worauf bereits Steller (1) Cuvier (9) Albers und Carus (10) aufmerksam machten. Die Herzohren zeigen fast keine Einkerbungen. Aortenstamm, sowie *Arteria pulmonalis* zeigen deutliche Ausbuchtungen. Die *Vena cava posterior* ist vor dem Durchtritt durch das Zwerchfell sackartig ausgebuchtet. Eustachische sowie Thebesische Klappe sind bei allen drei Exemplaren vorhanden, bei den beiden älteren Exemplaren ist jedoch der mittlere Teil der Eustachischen Klappe bereits geschwunden. Bei Exemplar 1 ist der untere Teil äusserst dünnhäutig, der obere nur noch in Form eines schmalen Saumes vorhanden. Die Thebesische Klappe überdeckt bei allen die Mündungsstelle der Coronarvenen vollständig. Watson und Young (39) fanden bei dem durch sie untersuchten Exemplar, das eine Länge von 8 Fuss und 7,5 Zoll besass, die Thebesische Klappe rückgebildet; des Vorkommens einer Eustachischen Klappe ist überhaupt nicht Erwähnung gethan. Auch Bouvier (44) giebt an, dass die Thebesische Klappe den ausgewachsenen Exemplaren von *Beluga leucas* fehle. Es würde also hier eine Uebereinstimmung mit den bei *Phoca* und *Phocaena* gewonnenen Resultaten bestehen. Ebenso finde ich eine Uebereinstimmung bezüglich der Mündungsart der Coronarvenen in einen

gemeinschaftlichen Sinus mit eigener Muskulatur; wir werden sehen, dass hier auch Uebereinstimmung mit den Bartenwalen besteht.

Das *foramen ovale* ist bei allen drei Exemplaren sehr gross und stellt eine fast freie Verbindung beider Atrien dar; bei keinem konnte ich eine *valvula foraminis ovalis* nachweisen. Ich bin geneigt, dieses Fehlen der *Valvula*, den Ansichten Wolf's (bei 9, Seite 41) entsprechend, mit dem Vorhandensein der Eustachischen Klappe in Beziehung zu bringen.

Der Botallische Gang ist vorhanden, jedoch ist derselbe sehr weit dorsalwärts gelegen und mündet in die Aorta, kurz bevor dieselbe an die Wirbelsäule tritt.

Beim Exemplar von 24,0 cm Körperlänge befindet sich im rechten Atrium am Boden derselben neben dem Rest der Eustachischen Klappe eine zweite dünnhäutige Membran; dieselbe ist flacher als jene, liegt dem *foramen* an und stösst mit der am inneren Rande der *Vena cava posterior* ihren Ursprung nehmenden, dem Innenraum des rechten Atriums zu gelegenen Eustachischen Klappe unter einem spitzen Winkel am oberen, der Decke des rechten Atriums zugewandten Teile des Lowerschen Hügels zusammen. Meiner Meinung nach ist diese flache häutige Klappe der Rest der hier persistierenden inneren Sinusklappe.

Der Lowersche Hügel ist gut entwickelt, dagegen fand ich bei keinem der drei Exemplare auch nur die Andeutung eines *limbus Vieussenii*. Trotz der Kleinheit der Präparate konnte ich unter Zuhilfenahme der Lupe an den Ausbuchtungsstellen der Aorta und *Arteria pulmonalis* eine Zunahme der Wandstärke feststellen; die Vornahme von Messungen war aber nicht möglich. Am Ursprunge sowohl der Aorta als auch der *Arteria pulmonalis* sind je drei Semilunarklappen vorhanden, diejenigen der *Arteria pulmonalis* tragen Knötchen von rundlicher Form, an der Aorta sind dieselben plattgedrückt. Dicht unter dem Schliessungsrande der mittleren und inneren Klappe entspringen aus der Aorta zwei Coronararterien.

Aus dem convexen Bogen der Aorta entspringen zwei Gefässstämme, ein rechter stärkerer und ein linker schwächerer *(Arteria anonyma dextra — sinistra)*, deren Verlauf und Verzweigung den bei *Phocaena communis* ermittelten Verhältnissen gleich ist. Auch hier ist auffallend, dass der Ursprung dieser Gefässe verhältnismässig weit vom Austritt des Aortenstammes aus der linken Kammer zurückliegt. Eine *Arteria thoracica posterior sinistra,* die bei *Phocaena*

communis der Mündung des Botallischen Ganges gegenüber aus der Aorta entsprang, vermochte ich bei *Beluga* nicht nachzuweisen. Die Stärke der Kammerwandungen ist bei dem kleinsten Exemplar gleich, bei dem grösseren Exemplar übertrifft die Stärke der linken Kammer diejenige der rechten um ein Geringes.

Die innere Einrichtung beider Herzkammern entspricht derjenigen von *Phocaena communis*; bezüglich der Buchtenbildung zwischen den Fleischtrabekeln des Herzmuskels steht *Beluga* in der Mitte zwischen *Phoca* und *Phocaena*. Die *valvula tricuspidalis* zeigt sehr ausgeprägt die Dreizipfelung, hingegen ist die linke *Atrio-Ventrikular*-Klappe in vier Zipfel ausgezogen. Die Innenwand beider Vorkammern ist in der Nähe des *foramen ovale* glatt, im Bereich des blinden Endes der Herzohren mit flachen Einbuchtungen versehen. Die Wandung selbst ist hier sehr dünn. Die Herzohren, welche auf der Vorderfläche des Herzens durch den Stamm der *Arteria pulmonalis* recht deutlich getrennt sind, zeigen keine oder wenigstens nicht nennenswerte äusseren Einkerbungen.

2. Bartenwale.

Balaenoptera physalus-L.

Zur Untersuchung gelangten drei (3) Embryonen genannter Gattung.

1. männlicher Embryo von 81,6 cm direkter Körperlänge,
2. „ „ „ 104,0 „ „ „
3. „ „ „ 122,0 „ „ „

Das plattgedrückte, an der Spitze abgerundete aber weder gespaltene noch eingekerbte Herz liegt mit der grösseren Hälfte links von der Medianebene, mit der linken Kammer nach links, mit der rechten nach rechts; es besitzt eine vordere und hintere Fläche, welche in einen rechten bezw. linken Rand übergehen. Der das Herz umschliessende Herzbeutel steht in inniger Verbindung mit dem Zwerchfell, welches infolge der bei den Bartenwalen eingetretenen erheblichen Reduktion des Brustbeines, und der dadurch bedingten Loslösung der Rippen von ihrer ventralen Insertion, eine äusserst schräge Lage erhalten hat. O. Müller (54, Seite 137 u. f.) hat festgestellt, dass nur noch die erste Rippe in einer festen Verbindung mit dem Brustbein steht, während alle anderen Rippen (21 an der Zahl) mit ihrem unteren Ende in der das Brustbein hier

ersetzenden Brustmuskulatur liegen. Die Herzspitze kommt auf diese Weise in einen vom Zwerchfell und der ventralen Brustwand gebildeten Winkel ungefähr im Bereich des unteren Endes der 9. Rippe zu liegen.

Der Herzbeutel wird besonders abdominalwärts von einem zu beiden Seiten der Zwerchfellkuppel gelegenen stark gelappten, graurötlichen Gewebe umgeben, welches O. Müller für subpleurales Fett hält. Ich bin mit Pierre Camper, der es bei einem Embryo von *Balaine franche* beobachtete (12, Seite 56), der Meinung, dass es sich um eine allerdings sehr eigenartige Fettbildung der Thymusdrüse handelt, welche, wie Camper und Müller angeben, nur bei Embryonen vorkommt, den ausgewachsenen Exemplaren aber fehlt. Dieser eigentümlich ausgeprägten Bildung der Thymusdrüse thut auch Turner (36, Seite 235) Erwähnung.

Das Herz ist breiter als lang; die vorgenommenen Messungen ergaben folgendes Resultat:

Exemplar von 81,6 cm Länge:

Breite (an der Basis gemessen) . . . . . = 8,0 cm

Höhe der rechten Kammer:

a) vom Ursprung der *Art. pulm.* bis zum unteren Kammerende . . . . . = 7,0 „

b) über den rechten Rand gemessen . . . = 4,5 „

Höhe der linken Kammer (vom unteren Rande, am äusseren Winkel, des linken Herzohres über den linken Rand bis zum unteren Kammerende) . . . . . = 5,3 „

Exemplar von 104 cm Länge (unter Zugrundelegung derselben Verhältnisse wie beim 81,6 cm langem Exemplar):

Breite . . . . . = 11,4 cm

Höhe der rechten Kammer . . . . . a) = 9,5 „

„ „ „ „ . . . . . b) = 5,8 „

Höhe der linken Kammer . . . . . = 6,3 „

Exemplar von 122 cm Länge:

Breite . . . . . = 12,0 cm

Höhe der rechten Kammer . . . . . a) = 10,2 „

„ „ „ „ . . . . . b) = 6,9 „

Höhe der linken Kammer . . . . . = 8,1 „

Turner (37) stellte bei einem ausgewachsenen Exemplar von *Balaenoptera rostrata* die Breite des Herzens auf 50,8 cm (20 Inches) fest, an der Basis gemessen, hoch war dasselbe 12 Inches. Beauregard und Boulart (52, Seite 99) ermittelten bei einem Exemplar von *Balaenoptera musculus (physalus)*, welches eine Länge von 5 m 30 cm besass, folgende Masse:

Breite (auf der Höhe der Ventrikelmitte gemessen) = 40 cm
Ventrikelhöhe (vom Ursprung der *Arteria pulmonalis* bis zur Spitze) . . . . . = 23 „
Ventrikelhöhe (von der Mündung der *Vena cava posterior* bis zur Spitze) . . . . . = 20 „

Nur die linke Kammer erreicht die Spitze; diese Kammer erscheint weniger geräumig als die rechte, hingegen herrscht bezüglich der Vorkammern ein umgekehrtes Verhältnis. Beauregard und Boulart fanden, dass bei dem von ihnen untersuchten Exemplar von *Balaenoptera physalus* beide Ventrikel ungefähr gleich geräumig waren; das Herz eines gleichfalls von ihnen untersuchten Exemplars von *Balaenoptera rostrata* erschien ihnen schlanker und spitzer als das von *Balaenoptera physalus*, auch erreichte hier nicht die linke, sondern die rechte Kammer die Spitze.

Von keinem der Bartenwalforscher wurde eine Einkerbung der Herzspitze, auch nicht bei den jüngsten Embryonen vorgefunden.

Das Verhältnis der Stärke der linken zur rechten Kammerwandung stellt sich:

bei Exemplar 1 wie 2 : 1 (1,3 : 0,7 cm)
„ „ 2 „ $2^1/_4$: 1 (4,5 : 2,1 „)
„ „ 3 „ $2^1/_2$: 1 (6,0 : 2,4 „)

Turner (37) fand bei dem durch ihn untersuchten Exemplare, welches vollkommen ausgewachsen war, ein Verhältnis von 3 : 1 (7,7 : 2,5 cm).

Sowohl die *Arteria pulmonalis* als auch der Aortenstamm erweitern sich bald nach ihrem Ursprunge aus den betreffenden Herzkammern zu einem gewaltigen Sinus. Mit dieser Ausbuchtung ist, — und dies ist gerade bei den drei untersuchten Exemplaren von *Balaenoptera physalus* ausgezeichnet schön und anschaulich feststellbar — eine Zunahme der Wandstärke verbunden. Ich gebe nachstehend die betreffenden Masse an.

Exemplar von 81,6 cm Länge:

Aorta:

a) an der Ursprungsstelle . . . . . = 0,4 cm Wandstärke
b) an der Stelle der stärksten Ausbuchtung = 0,75 „ „
c) hinter der Einmündung des Botallischen Ganges . . . . . = 0,3 „ „

Arteria pulmonalis:

a) am Ursprunge . . . . . = 0,2 cm Wandstärke
b) an der Stelle der stärksten Ausbuchtung = 0,5 „ „
c) vor der Teilung der Arterie in 2 Aeste = 0,25 „ „

Exemplar von 104 cm Länge (unter Zugrundelegung gleicher Verhältnisse wie vorher):

Aorta:

0,7 cm 1,3 cm 0,6 cm

Arteria pulmonalis:

0,4 cm 0,7 cm 0,3 cm

Exemplar von 122 cm Länge:

Aorta:

1,1 cm 1,8 cm 1,0 cm

Arteria pulmonalis:

0,6 cm 1,0 cm 0,45 cm

Die Ausbuchtung bezw. Sinusbildung der Aorta und der *Arteria pulmonalis* wurde durch alle Forscher nachgewiesen. Ich fand dieselbe eingehend durch R. P. Lesson (20, Seite 351) bei *Balaenoptera borealis;* Turner (36) bei *Balaenoptera musculus-L. (Sybaldii-aut.);* J. Delage (43) bei *Balaenoptera physalus;* Bouvier (44) bei *Balaenoptera rostrata* und durch Beauregard und Boulart (52) bei *Balaenoptera physalus* und *rostrata* beschrieben, keiner derselben jedoch thut der mit der Sinusbildung verbundenen Zunahme der Wandstärke Erwähnung.

J. Delage, welcher seine Untersuchungen an einem an der Küste von Langre gestrandeten Exemplar von 20 Meter Länge ausführte, sowie Beauregard und Boulart sind der Ansicht, dass das Volumen dieses Sinus verhältnismässig unbedeutend zur Grösse des ganzen Tieres sei.

Die Semilunarklappen am Ursprunge des Aortenstammes und der *Arteria pulmonalis* sind bei allen Exemplaren in der Dreizahl

vorhanden; die am Schliessungsrande vorhandenen Arrantischen Knötchen zeigen eine besondere, bei jedem Exemplar verschiedene anatomische Beschaffenheit. Beim Exemplar von 81,6 cm Länge macht sich noch am deutlichsten die Knötchenform bemerkbar, beim zweiten 104 cm messenden Exemplar sind die Knötchen stark abgeplattet und in Zipfel ausgezogen; beim Embryo von 122 cm Länge waren nur noch Rudimente von Knötchen vorhanden. Murie (31, Seite 209) und J. Delage (43) haben bei den von ihnen untersuchten Exemplaren keine Arrantischen Knötchen vorgefunden, hierbei handelte es sich aber im Falle Delage's um ein ausgewachenes Exemplar. Es dürfte somit als Thatsache gelten, dass die Arrantischen Knötchen beim Embryo angelegt sind, sich gegen Ende der Embryonalzeit bereits rückbilden und später nach der Geburt gänzlich schwinden.

Zwischen den Duplikaturen der Semilunarklappen liessen sich auch hier glatte Muskelzellen nachweisen. Die Färbung der durch den jahrelangen Aufenthalt im Alkohol stark gehärteten Objekte geschah in *toto* vermittelst Pikrocarmin. Die Zellen repräsentierten sich in Form polygonaler Felder mit intensiv rotgefärbtem Kern und rosa gefärbtem Zellleib. Getrennt wurden diese Zellen durch im Gesichtsfelde silberglänzend erscheinende Räume, die beim Höherstellen des Tubus eine dunklere Färbung annahmen, während der Zellleib heller (mattrosa) erschien.

Das *foramen ovale* ist bei allen drei Exemplaren vorhanden und von einem kräftig entwickelten, unten geschlossenen Vieusseni-schen Ringe umgeben. Die *Valvula foraminis ovalis* zeigt eine im Vergleich zu den Robben und Zahnwalen besonders hervortretende Mächtigkeit und ist, was besonders hervorzuheben ist, in der Mitte siebartig durchlöchert.

Escherícht (34, Seite 10 und Tafel 5) fand bei einem neugeborenen Exemplar von *Balaena mysticetes* die *Valvula foraminis ovalis* derartig entwickelt, dass dieselbe durch das *ostium venosum* hindurch bis in die linke Herzkammer hineinragte. Knox (44) fand bei einem Exemplar derselben Gattung das *foramen* sehr gross und von einem durchlöcherten Fenster überbrückt. Beauregard und Boulart (52) beschreiben diese Klappe bei *Balaenoptera physalus* als ein sehr dünnes, in die linke Herzkammer verspringendes Gebilde mit in der Mitte (Spitze) vorhandener Durchlöcherung nach Art eines Durchschlages. Dasselbe fand Turner (36) bei einem Fötus von

Balaenoptera physalus-L. Persistierend bleibt das *foramen ovale* nach Bouvier's Beobachtungen niemals; es schliesst sich nach der Geburt und als Rest bleibt eine tiefe, durchsichtige *fossa ovalis* mit stark entwickeltem Vieussenischen Ringe zurück. Die im Embryonalleben so ausgeprägt entwickelt gewesene *Valvula foraminis ovalis* schwindet und scheint bei der Bildung der *fossa ovalis* in dieselbe mit einbezogen zu werden.

Der Botallische Gang war bei den von mir untersuchten Exemplaren vorhanden; er besass deutliches Lumen, zeigte dieselbe Wandstruktur als Aorta und *Arteria pulmonalis* und stellte eine freie Kommunikation zwischen diesen beiden Gefässen dar. Seine Länge variierte, der Grösse der untersuchten Exemplare entsprechend, zwischen 1,3 und 2,0 cm. Der Durchmesser schwankte zwischen 7 mm — 1,2 cm. Nach Beauregard und Boulart (52) betrug der Durchmesser des Botallischen Ganges bei einem Exemplar von 3 m 30 cm = 3 cm. Ich fand, dass der Gang seinen Ursprung aus der *Arteria pulmonalis*, unmittelbar vor der Teilung derselben in einen linken und rechten Ast nahm, während Turner (36) angiebt, derselbe entspringe aus dem linken Aste. Derselbe Forscher fand bei einem ausgewachsenen Finnwale von 25 m das Lumen des Ganges nicht völlig geschlossen; dasselbe zeigte vielmehr noch offene Verbindung mit der Aorta bezw. *Arteria pulmonalis*. Bouvier (44) giebt an, dass bei einem ausgewachsenen Exemplare von *Balaenoptera rostrata* das Lumen des *Ductus* die Stärke eines Fingers hatte, ebenso waren nach ihm bei einem Exemplar von *Balaenoptera physalus-L.*, welches 19 m lang gewesen war, noch nachweisbare Dimensionen des »*Ductus*« vorhanden. Carte und Macalister (32) fanden den »*Ductus*« bei einem ausgewachsenen Exemplar der Gattung *Balaenoptera rostrata* vernarbt. Jedenfalls pflichte ich Bouvier bei, wenn er angiebt, dass der Botallische Gang niemals persistiert, sondern sich endlich schliesst, nur scheint der Zeitpunkt dieser Schliessung viel später einzutreten, als dies bei den Zahnwalen der Fall zu sein pflegt. Der Grund hierfür kann nur in der Eigenart der Gattung liegen, da der ständige Aufenthalt im Wasser bei beiden Arten eine zeitliche Gleichheit der Schliessung des Ganges zur Folge haben müsste.

Eine Thebesische Klappe ist bei allen drei Exemplaren vorhanden; bei dem 81,6 cm langen Exemplare ist sie am deutlichsten ausgeprägt, erscheint häutig und erfüllt ihren eigentlichen Zweck

insofern, als sie einen vollkommenen Verschluss des Kranzvenensinus veranlasst. Bei den beiden älteren Embryonen ist sie muskulös und flacher, ein völliger Verschluss des Venensinus wird durch sie nicht mehr herbeigeführt. Die Verhältnisse liegen somit ebenso wie bei Zahnwalen und Robben.

Turner fand in seinem Falle keine Thebesische Klappe.

Eine Eustachische Klappe fehlt allen Exemplaren, vielleicht war ein bei dem jüngsten Exemplar vorhandener, deutlich vom unteren Rand des Vieusseni'schen Ringes sich abhebender Muskelwall als Rest derselben zu deuten. Carte und Macalister wollen bei *Balaenoptera rostrata* eine Eustachische Klappe gefunden haben, während Turner (36) bei *Balaenoptera musculus-L. (Sybaldii-aut.)* eine solche nicht fand und auch das Vorhandensein einer Andeutung bestreitet.

Die innere Einrichtung der Herzkammern lehnt sich den bei den Zahnwalen gewonnenen Thatsachen an; die Buchtenbildung zwischen den Fleischbalken ist fast noch flacher als im Herzen der untersuchten Braunfische. Die Papillarmuskeln sind mehr abgeflacht als dort, hingegen kräftig entwickelt. In der linken Kammer sind zwei flache, der Seitenwand aufsitzende Papillarmuskeln vorhanden. Der der Vorderwand aufsitzende Muskel gewährt dem grössten Teile der von der deutlich-viergezipfelten *valvula* der *Atrio-ventricular*-Oeffnung herablaufenden Sehnenfäden Anheftung; es inserieren sich hier sämtliche vom ersten und zweiten Zipfel, sowie der grösste Teil der vom dritten Zipfel stammenden Sehnenfäden an, während der Rest der *cordae tentineae* des dritten Zipfels, sowie diejenigen des vierten Zipfels sich an den der abdominalen Wandabteilung aufsitzenden Papillarmuskel anheften. Im rechten Ventrikel erscheint die Anordnung der Papillarmuskeln etwas verwickelter. Es sind eigentlich nur 2 Papillarmuskeln vorhanden, von denen der eine auf der Seitenwand seinen Platz hat und den vom vorderen und teilweise auch den vom mittleren Zipfel stammenden Sehnenfäden Anheftung gewährt. Dieser Muskel ist schmal und endet in zwei Fortsätze, einen vorderen höheren und einen hinteren niederen. Der zweite Papillarmuskel entspringt mit zwei Wurzeln von Fleischfaserbündeln, von denen der hintere auf der Seitenwand, der vordere auf der Scheidewand entspringen. An diesen mit doppelter Wurzel entspringenden Papillarmuskel heften sich der Rest der Sehnenfäden vom mittleren Zipfel, sowie diejenigen des dritten Zipfels an. Es

sind somit die beiden bei *Phoca vitulina* auf der Scheidewand, bei *Phocaena communis* auf der Scheide- und auf der Seitenwand vorhandenen Papillarmuskeln hier zu einem Muskel verwachsen, nur an der Basis ist diese ehemalige Teilung noch angedeutet.

Sehr erheblich von meinen Befunden weicht Turner (37) in einer Beschreibung ab, die er über die innere Herzkammer-Einrichtung von *Balaenoptera rostrata* giebt. Er fand im rechten Ventrikel 2 Papillarmuskeln, von denen der eine auf der ventralen (Scheide-) Wand, der zweite auf der dorsalen (Seiten-) Wand stand. Der erstere soll sich in 3 Aeste teilen und den *Chordis tendineis* des äusseren und inneren Zipfels Anheftung gewähren. Der andere über $^1/_3$ mal stärkere zweite Papillarmuskel sende seine Sehnenfäden an einen dritten Zipfel. Ausser diesen sollen noch Sehnenfäden von einem dorsal-infundibulären Zipfel ausgehen, die sich nicht an einen einheitlichen Papillarmuskel anheften, sondern an vier auf der Scheidewand stehenden, lang gezogenen muskulären Papillen.

Diese Einrichtung würde derjenigen von *Trichechus rosmarus*, *Lutra vulgaris* und der *Carnivoren* überhaupt gleich sein. Ausserdem beschreibt Turner noch ein grosses, rundes Band, aus Muskelfasern bestehend, das am 3. Muskelfortsatz der Septalwandung entspringend, quer durch die Ventrikelhöhle zur Ventralwandung geht, wo es nahe der Basis des Ventral-Papillarmuskels endet. Die Länge dieses Bandes habe 12,7 cm, seine Breite 3 cm betragen.

Auch ich habe dieses Band vorgefunden. Im linken Ventrikel fand Turner eine *valvula* mit 4 Zipfeln, die sich an halbmondförmigen Erhebungen ähnelnden Papillarmuskeln anheften. Diese Einrichtung stimmt mit derjenigen des Herzens des Sowterbys Wal überein. (Journal of Anatomy and Physiology, Oktober 1885).

Aus dem Aortensinus entspringen etwas oberhalb des Schliessungsrandes der rechten und mittleren Semilunarklappe 2 Coronararterien; der Verlauf derselben weicht etwas von den bei *Phocaena communis* ermittelten Befunden ab. Der dort aus der rechten Coronararterie nach ihrem Uebertreten auf die vordere Fläche entspringende und von Stannius als *ramus superficiei anterioris cordis dexter* bezeichnete Gefässstamm entspringt bei *Balaenoptera physalus* nicht aus dem Hauptstamm der *Coronaria dextra*, sondern aus der in der vorderen Längsfurche verlaufenden Arterie, welche ihrerseits ein Abzweig der *Coronaria sinistra* ist.

Dafür tritt aus der *Arteria coronaria dextra* ein Gefäss an die Basis der *Arteria pulmonalis*, welches sich bald in unendlich viele kleine Aeste auflöst, die unter einander anastomosieren und sich wieder auflösend ein kompliziertes Netzwerk bilden.

Beauregard und Boulart beobachteten ein Gleiches bei einem Exemplar von *Balaenoptera rostrata* und nannten das Gefäss *Artère graisseuse de Vieussens;* jedenfalls dürfte dasselbe ein Ernährungsgefäss für die Basis der *Arteria pulmonalis* darstellen. Im allgemeinen tritt auch hier im Verlauf der Coronar-Arterien das Bestreben nach Geflechtbildung auf; die Wundernetzbildung erreicht hier die höchste Vollkommenheit.

Aus dem convexen Bogen der Aorta entspringen:

1. am weitesten nach rechts gelegen, ein starkes Gefäss, die *Arteria brachio-cephalica*;
2. ein schwächeres, der Mitte zu gelegenes Gefäss, die *Carotis sinistra*;
3. der schwächste Stamm, die *Arteria subclavia sinistra.*

Diese Befunde, welche den Ermittelungen Turner's (36 und 37), Eschricht's (48), Bouvier's und Beauregard und Boulart's bei Mysticeten entsprechen, decken sich mit den beim Menschen und bei den Robben vorhandenen Thatsachen, weichen aber von den bei Denticeten ermittelten Befunden ab, denn hier entspringen die *Carotiden* jeder Seite aus den beiden Hauptgefässen, nämlich die *Carotis dexter* aus der *Arteria anonyma dextra*, die *Carotis sinister* aus der *Arteria anonyma sinistra.*

Nach Bouvier liegen die Verhältnisse ebenso bei den *Pinnipediern*, *Anthropomorphen* und beim *Ornithorynchos.*

Die *Brachio-cephalica* teilt sich in die rechte *Carotis* und in die *Subclavia dextra*; aus der *Subclavia* jeder Seite geht die entsprechende *Arteria thoracica* hervor, die sich in das *Rhete thoracicum* ergiesst. —

In die linke Vorkammer münden 4 *Venae pulmonales*, die klappenlos sind. Die *Vena cava anterior* setzt sich aus 2 Jugularvenen zusammen: die Verbindung derselben mit der *Vena cava posterior* geschieht in gleicher Weise wie bei Robben und Denticeten durch die im Wirbelkanal verlaufenden Gefässe. Der Verbindungsstamm tritt zwischen 3. und 4. Rippe aus dem Wirbelkanal. Die *Vena cava posterior* bildet vor dem Durchtritt durch das Diaphragma einen gewaltigen Sinus, in welchen sich die *Venae hepaticae*, — ich zähle

deren 3 — ergiessen. Nach dem Durchtritt durch das Zwerchfell nimmt die *Vena cava posterior* noch mehrere kleine Gefässe aus der modifizierten Thymusdrüse auf. Die *Venae coronariae* münden in einen Sinus, der, wie bereits angegeben, bei allen 3 Exemplaren von einer Thebesischen Klappe bedeckt ist.

Nach Turner (36) wird die *Vena cava anterior* durch Vereinigung der beiden *Venae axygos* gebildet, jede derselben entspringe am Grunde des Nackens aus einem Sinus, in welchen sich die Venen des Nackens, der Flossen (Vorderextremitäten) und der inneren Brustwand ergössen. In die *Vena cava posterior* sollen nach ihm eine grosse Anzahl von Lebervenen eintreten.

Einen Herzknorpel fand ich bei keinem der drei Exemplare. —

Die in vorstehender Abhandlung ermittelten Befunde ergaben folgendes Resultat:

1. Der Herzbeutel ist bei allen Wassersäugetieren mit der oberen Fläche des Brustbeins bezw. mit dessen Rudiment und mit dem Zwerchfell bis zum Durchtritt der *Vena cava posterior* durch dasselbe verwachsen.

2. Das Herz ist ganz besonders bei Embryonen stark abgeplattet, erscheint mehr oder minder flachgedrückt und immer breiter als lang. Die Spitze ist abgestumpft.

3. Das Herz liegt mit der grösseren Hälfte links von der Mittellinie; im Gegensatz zu terrestrischen Säugetieren ist es quer im Brustraume dergestalt aufgehängt, dass die beiden Herzflächen nach vorn resp. nach hinten, die Ränder nach links resp. nach rechts liegen.

4. Im Arterien- und Venensystem besteht die Tendenz zur Sinus- und Geflecht-Bildung. Anastomosenbildung ist besonders im Bereich der Coronararterien zu beobachten, wodurch die Wundernetzbildung hervorgerufen wird.

5. *Aorta* und *Arteria pulmonalis* zeigen unmittelbar nach dem Austritt aus der linken bezw. rechten Herzkammer stark in die Augen fallende Sinusbildung; mit der Ausbuchtung der Wand ist eine Zunahme der Wandstärke verbunden; eine mit Wandhypertrophie verbundene Dilatation und kein Aneurisma.

6. Sinusbildung zeigt in Sonderheit die *Vena cava posterior* vor ihrem Durchtritt durch das Zwerchfell über dem oberen Leberrande. Eine *Vena azygos* fehlt, dafür ist eine Verbindung zwischen *Vena cava anterior* und *posterior* durch zwei im Centralkanal des Rückenmarkes gelegene Venen vorhanden.

7. Am Ursprunge der Aorta und der *Arteria pulmonalis* sind je drei Semilunarklappen vorhanden. Diese Klappen haben zwischen ihren Duplikaturen glatte Muskelfasern. Bei Embryonen finden sich auf der Mitte des Randes jeder Klappe Arrantische Knötchen, die bei ganz jungen Exemplaren rund, bei älteren abgeplattet sind. Den ausgewachsenen Wassersäugetieren fehlen die Arrantischen Knötchen in jedem Falle.

8. Die fötalen Gefässöffnungen, nämlich *foramen ovale* und *Ductus Botalli* schliessen sich stets nach der Geburt; der Zeitpunkt der Schliessung ist auf eine etwas spätere Zeit verlegt, als dies bei den terrestrischen Säugetieren der Fall ist. Die Schliessung erfolgt um so früher, jemehr das Tier sich zeitweise auf dem Trockenen aufhält (Robben); bei reinen Wassersäugetieren (Mysticeten) tritt dieser Verschluss viel später ein.

9. Thebesische wie Eustachische Klappe sind bei Embryonen vorhanden, schwinden aber schon am Ende des Fötallebens; der Regel nach schwindet die Eustachische Klappe früher als die Thebesische, wo erstere länger als gewöhnlich persistiert, fehlt dem Embryo eine *Valvula foraminis ovalis*.

10. Die zwischen den Fleischtrabekeln in den Herzkammern vorhandenen Buchten sind äusserst zahlreich und tief, die Papillarmuskeln sind kräftig entwickelt. Die an den *Atrio-ventricular*-Oeffnungen vorhandenen Klappen zeigen das Bestreben zur Zipfelbildung und besitzen kräftig entwickelte Sehnenfäden.

Von diesen 10 aufgeführten Punkten charakterisieren sich die unter 4—8 und unter 10 aufgeführten als Anpassungserscheinungen an das Leben im Wasser; ich komme damit zu dem zweiten Teile meines Themas: »Zur Physiologie des Herzens der Wassersäugetiere«. Eine eingehende Erörterung aller physiologischen Vorgänge des Blutkreislaufes und der Atmung dieser Tiere überschreitet den Rahmen meiner Arbeit und muss einer besonderen Bearbeitung vorbehalten bleiben, es soll hier nur dasjenige Erwähnung finden, was mit den vorbeschriebenen anatomischen Abänderungen in ein direktes Verhältnis zu bringen ist; kurz: es sollen diejenigen physiologischen

Vorgänge angeführt werden, welche jene anatomischen Abänderungen notwendig zur Folge haben mussten.

Es sei mir gestattet, einige allgemeine Betrachtungen vorauszuschicken:

F. C. Donders (24) hat durch exakt ausgeführte Experimente bewiesen, dass der Druck der atmosphärischen Luft nicht unmittelbar auf das Herz einzuwirken vermag, sondern dass derselbe durch die Elasticität der Lungen abgeschwächt wird. Man kann daher sagen: Das Herz im geschlossenen Brustraum steht unter dem Atmosphärendruck, vermindert um diejenige Druckgrösse, welche der elastischen Spannung der Lungen entspricht. Je mehr die Lunge aufgebläht ist, um so grösser wird der Druckunterschied sein, und unter um so niederen Druck wird das Herz samt den im Brustraume gelegenen Gefässen stehen. Die natürliche Folge davon wird sein, dass das Herz und die Gefässe im Brustraume unter niedereren Druck zu stehen kommen, als der Luftdruck beträgt (daher negativer Druck), und dass das Blut in das Herz angesogen wird. Dieser negative Druck kann so stark werden, dass, wie Donders gezeigt hat, die aktive Kontraktionskraft des Herzens für Augenblicke ganz zum Stillstand gebracht werden kann.

Ludwig's Versuche (24) ergaben, dass bei sehr tiefem Einatmen der Puls langsam, klein, und ganz unfühlbar wurde, und dass die Herztöne nicht mehr hörbar waren; dass hingegen bei extremster Ausatmung die Herzschläge schneller und kräftiger erfolgten.

E. F. Weber (27) brachte Herz- und Pulsschlag zum Schwinden, indem er bei Luftabschluss den Brustkasten durch die Atmungsmuskeln zusammendrückte. Andererseits kann nun aber, wenn bei sehr starker Inspiration die Spannung in den Lungen sehr stark, und somit der Druck auf das Lungengewebe hoch, höher als der Druck der äusseren Luft, wird, niemals der Fall eintreten, dass der Abfluss des Lungenblutes in den linken Vorhof verhindert wird, weil ja der in den Lungen vorhandene Druck den ganzen kleinen (Lungen-) Kreislauf gleichmässig trifft. Hingegen muss die rechte Vorkammer wenig Blut empfangen, denn die Hohlvenen stehen, soweit sie im Brustraume liegen, unter negativem Drucke.

Dauert der Zustand tiefster Inspiration längere Zeit an, so werden die Kammern sich mit Blut langsam füllen und das Herz wird in Diastole verharren; der auf der Aussenfläche des Herzens lastende Druck ist ja negativ — nehmen wir mit Donders an = — 50 Mm Hg. — Anders stellt sich das Verhältnis im Aortenstamm

jenseits der Semilunarklappen, wo der Druck, welchen das Blut auf die Innenwand des Gefässstammes ausübt, höher als der Aussendruck ist; — nehmen wir an + 200 Mm Hg. — Will das Herz also im Zustande tiefster Inspiration in die Systole der Kammern eintreten und die Semilunarklappen zum Oeffnen bringen, so muss es einen Druck von 200 + 50 = 250 Mm Hg überwinden. —

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen und Versuchen, die naturgemäss mit terrestrischen Säugetieren vorgenommen wurden, kehre ich zum Thema zurück und werfe die Frage auf: »Wie lässt sich eine befriedigende Erklärung der Physiologie des Blutkreislaufes bei den Wassersäugetieren während des Tauchens, also bei sistierter Atmung geben?«

Brücke (28) giebt an, dass, wenn die Respirationsbewegungen eines warmblütigen Tieres unterbrochen werden, zwei Faktoren Atemnot herbeiführen; nämlich einmal der Umstand, dass die Atmungsbewegungen nicht mehr auf die Fortschaffung des Blutes in den Lungen einwirken, und sodann der Eintritt einer chemischen Veränderung des Blutes. Zur Fortbewegung des Blutes in den Lungen wird ein Teil der Arbeitskraft der Respiration verwandt; fällt diese letztere aus, so ist die Fortbewegung erschwert und dadurch wird indirekt der ganze Kreislauf in Mitleidenschaft gezogen. Bei den Amphibien und Reptilien kann die Atmung sistieren, ohne dass Atemnot eintritt, weil hier die im kleinen Kreislauf beförderte Blutmenge Schwankungen unterliegen kann, ohne dass dadurch der grosse Kreislauf wesentlich beeinträchtigt wird, indem dem Blute hier wegen Bestehens eines linken und rechten Aortenbogens und der *Arteria pulmonalis* neben dem kleinen Kreislauf immer ein Abfluss durch den grossen offen steht, sodass bei gehinderter Atmung das Blut nur etwas langsamer durch die Lungen fliesst.

Wie Meckel (13) und nach ihm O. Müller (54) gezeigt haben, zeichnen sich die Respirationsorgane der Wassersäugetiere durch das Vorhandensein vieler elastischer Elemente aus. Müller hebt hervor, dass die Trachealringe, entgegen dem Befunde bei terrestrischen Säugetieren, ventralwärts offen und durch stark elastische Massen verbunden bezw. von solchen umgeben sind. Niemals fand Müller eine Verknöcherung der Knorpelringe und bestreitet auch entschieden das Vorkommen derartiger Verknöcherungsprozesse selbst bei ganz alten Individuen. Es folgt daraus, dass die Respirationsorgane

der Wassersäugetiere viel ausdehnungsfähiger sind als bei den terrestrischen, und dass in Sonderheit die Lungen der Wassersäugetiere mehr atmosphärische Luft aufzunehmen im Stande sind als dies unter Zugrundelegung gleicher Verhältnisse bei den terrestrischen Säugetieren der Fall ist.

Kommt ein Exemplar unserer stationären Wassersäugetiere, nehmen wir an ein Finnwal, an die Oberfläche des Wassers, so wird er die Lunge mit atmosphärischer Luft vollpumpen, sie also in den Zustand tiefster Inspiration versetzen. Die Folge davon wird sein, dass das Herz unter einen derartig negativen Druck gesetzt wird, dass die aktive Kontraktionsfähigkeit desselben zum Stillstand gebracht würde. Das Tier steigt aber unmittelbar nach dem Atemholen in weite Meerestiefen hinab, wo der Druck der über und auf ihm lastenden Wassersäule weit höher als der Druck der uns umgebenden atmosphärischen Luft ist. Der nunmehr auf dem Herzen lastende Druck wird zwar immer noch negativ sein, aber bedeutend geringer als vordem, da die Zunahme des Aussendruckes beim fast Sichgleichbleiben des Druckes in den Lungen, infolge Zunahme der Druckdifferenz ein Herabsinken des negativen Druckes auf das Herz zur Folge hat. Die aktive Kontraktionsfähigkeit des Herzmuskels wird somit selbst in weiten Meerestiefen möglich sein.

Bei der nunmehr sistierten Atmung wird das Blut aus den Lungenvenen in die linke Vorkammer und Kammer abfliessen können, die rechte Vorkammer und Kammer saugen das Venenblut aus *Vena cava anterior* und *posterior* an. Aus diesen beiden venösen Gefässstämmen würde aber beim Bestehen des negativen Druckes in der Brusthöhle verhältnismässig wenig Blut in die rechte Vorkammer angesogen werden können. Eine *Vena azygos,* welche bei den terrestrischen Säugetieren vorhanden ist, und eine Reserveleitung (sozusagen ein Sicherheitsventil) zwischen *Vena cava anterior* und *posterior* darstellt, fehlt den Wassersäugetieren. Sie ist auch überflüssig, denn bei ihrer Lage in der Brusthöhle würde sie ja gleichfalls unter negativem Drucke stehen und der rechten Vorkammer während des Tauchens des Tieres nur äusserst wenig Blut zuführen können. Sie ist darum durch 2 im Wirbelkanal liegende Gefässe ersetzt, welche sich aus innerhalb der Bauchhöhle in den Centralkanal des Rückenmarkes eintretenden Gefässstämmen zusammensetzen, und in Form eines Sammelgefässes aus demselben heraustreten und in die *Vena cava anterior* unmittelbar vor deren Eintritt in die

rechte Vorkammer einmünden. Diese Gefässe sind infolge ihrer Lage dem negativen Drucke nicht ausgesetzt, und deshalb wird der Abfluss des Blutes aus ihnen in der Richtung nach der rechten Vorkammer nicht wesentlich gehindert sein.

Bei längerer Unterbrechung der Atmung würde der Zustand dahin führen, dass die ausserhalb des Brustraumes gelegenen Organe verhältnismässig bald blutarm werden; dem ist bei den Wassersäugetieren vorgebeugt, einmal durch Vorhandensein des grossen Sinus der *Vena cava posterior* über dem oberen Leberrande, und ausserdem durch die zahlreichen anderen Wundernetzbildungen im Venengefässsystem (*Rete mirabile* des Darmgekröses).

Der Zustand tiefster Inspiration hatte, wie wir gesehen hatten, eine Verlangsamung der Pulszahl, also eine Verlängerung der Ventrikel-Diastole zur Folge. Wenn sich jedoch die Ventrikel mit Blut gefüllt haben, wird schliesslich der Zeitpunkt eintreten, wo die aktive Kontraktionsfähigkeit des Herzmuskels sich geltend machen will. Um diese Ventrikelsystole zu ermöglichen, ist der auf der Aussenfläche des Herzens lastende negative Druck, und derjenige positive Druck, welchen das Blut jenseits der Semilunarklappen auf die Wandung des Aortenstammes ausübt, zu überwinden. Dies zu leisten würde das Herz unter den bei unterbrochener Atmung bestehenden ungünstigen Verhältnissen nicht vermögen. Es werden deshalb, wenn der Druck des Blutes auf die Wandung des Aortenstammes eine bestimmte Höhe erreicht hat, die zwischen den Duplikaturen der Semilunarklappen vorhandenen glatten Muskelfasern zur Kontraktion gebracht, und dadurch der durch die Semilunarklappen gegebene Verschluss aufgehoben. Auf diese Weise verschwindet die vorher vorhanden gewesene hohe Druckdifferenz und die Ventrikelsystole wird möglich. Die Arrantischen Knötchen, welche bei landlebenden Säugetieren den festen Verschluss der Semilunarklappen unterstützen, fehlen den Wassersäugetieren, denn sie würden ihnen ja nur hinderlich und nachteilig sein, da ein fester Verschluss ja überhaupt nicht beabsichtigt wird.

Durch die Ventrikelsystole wird das in den beiden Herzkammern vorhandene Blut in den gemeinschaftlichen Stamm der Aorta bezw. in den Stamm der *Arteria pulmonalis* hineingepresst werden. Die Triebkraft, mit der das Blut durch den Herzmuskel in die beiden Gefässstämme geschleudert wird, kann an und für sich im Momente des Eintrittes der Kammersystole nur sehr gering sein; sie wird den

Blutdruck, welcher auf der Innenwand der beiden Gefässstämme jenseits der Semilunarklappen lastet, nur um ein Geringes übertreffen. Schon hierdurch wird die Weiterbewegung des Blutes eine sehr träge sein und die Strömung verlangsamt werden. Nun kommt aber als zweites Moment hinzu, dass einmal die sehr aufgeblähten Lungen dem Eintritte des Blutes Widerstand entgegensetzen; andererseits wird der Abfluss des Blutes in die in der Bauchhöhle gelegenen Verzweigungen der Aorta sehr erschwert, weil hier ja positiver Druck herrscht.

Endlich kommt noch als sehr beachtenswertes Moment hinzu, dass die Kammersystole auf Kosten der sehr langen Diastole verkürzt ist, dass somit jene an und für sich sehr geringe Triebkraft bald schwindet. Es müssten sich infolge dieser beschriebenen Zustände Cirkulationsstörungen schwerer Natur einstellen, welche das Wohlbefinden des Individuums beeinträchtigen würden und demselben gefährlich werden müssten. Dem ist aber vorgebeugt durch die als Anpassungserscheinung sich charakterisierende Sinusbildung des Aortenstammes und der Ursprungsstelle der *Arteria pulmonalis*. Das, ich möchte sagen überschüssige Blut, wird hier aufgespeichert, bis sich bei Gelegenheit der nächsten Kammersystole Gelegenheit bietet, einen Teil desselben in die Lungen bezw. in die Verzweigungen der Aorta weiterzubefördern. Dass die genannten Sinusbildungen keine Aneurismen sind, welche sich infolge der fortwährenden Druckschwankungen und Druckdifferenzen ausbildeten, habe ich bereits an anderer Stelle dargelegt; zudem würde hierdurch ja auch dem Leben des Individuums ein bestimmtes Ziel gesetzt werden, denn das Aneurisma würde eine gradatim fortschreitende Verdünnung der Wandung, demzufolge eine mangelhafte Ernährung, Verkalkung und schliessliche Zerreissung der Gefässwandung zur Folge haben. Demgegenüber ist aber bekannt, dass die Wale ein sehr hohes Alter erreichen können. (Guldberg; Brehm's Tierleben.)

Bei jedem Säugetier vollziehen sich mit dem Momente des Geborenwerdens gewaltige Veränderungen bezüglich der Lebens- und Existenz-Bedingungen. Die wichtigste Veränderung stellt das Verschwinden des Placentarkreislaufes und die Ausbildung eines doppelten Blutkreislaufes unter Einschaltung der Atmung dar. Besonders schwierig wird sich aber dieser Uebergang bei allen dem Wasserleben angepassten Säugetieren gestalten, weil hier für den geschwundenen Placentarkreislauf kein Ersatz in Form einer regelmässigen Atmung

geschaffen ist. Wie alle Säugetiere, werden auch die Wassersäugetiere mit offenem *foramen ovale* und freiem *ductus* Botalli geboren. Während aber bei den terrestrischen Säugetieren die freie regelmässige Atmung die Schliessung jener Oeffnungen begünstigt, bestehen bei den Wassersäugetieren entgegengesetzte Verhältnisse.

Die Druckdifferenzen im Anfangsteile der *Arteria pulmonalis* werden stets notwendiger Weise das Blut dem Botallischen Gange zuführen und somit dessen Schliessung hinderlich sein. Die sehr lange Kammerdiastole, sowie die kurze Systole werden die Schliessung des *foramen ovale* nicht begünstigen. Die Möglichkeit zu obdurieren, ist nur dann gegeben, wenn die Tiere atmen. Derartige Momente stehen aber stationären Wassersäugetieren wie den Walen nur in sehr beschränktem Masse zur Verfügung, während die Robben bald Wasser-, bald Landbewohner sind und auch auf dem Lande geboren werden. Die natürliche Folge ist daher auch das frühe Eintreten einer Obdurierung der embryonalen Gefässgänge bei den Robben und ein sehr langes Offenbleiben derselben bei den Cetaceen, besonders bei den Mysticeten.

Verzeichnis

der benutzten Litteratur.

1. **Steller, G. W.** De bestiis marinis, 1751.
2. **Buffon, G. L.** Histoire naturelle XIII, Seite 401: „De Phoque". Paris 1765.
3. **Hunter, J.** Observations on the Structure and Oeconomy of Whales; Philos Transact. London 1787.
4. **Home, E.** und **Menzies, A.** A. Description of the Anatomy of the Sea Otter; aus Philos. Transact. London 1796, Seite 389.
5. **Lacepède, B.** Histoire naturelle des Cétacées. Paris 1804 (l'an XII de la République).
6. **Blumenbach, J. F.** Handbuch der vergleichenden Anatomie. Göttingen 1805, Seite 223.
7. **Albers, J. A.** Untersöcelse over Eenhiörnigens Monodon Narwal. Hierte aus kongel. Danske Videnskab-Strister, Kjobenbavn 1808, Seite 179—183.
8. **Tyson, E.** The Anatomy of a Porpus Philos Transact, abridged by Hutton, Shaw and Pearson. London 1809, Seite 500 u 501.
9. **Cuvier, G.** Vorlesungen über vergleichende Anatomie, gesammelt von G. L. Duvernoy, übersetzt und mit Anmerkungen versehen von J. F. Meckel, IV. Teil, Leipzig 1810.
10. **Carus, Dr. C. G.,** Lehrbuch der Zootomie, Leipzig 1818, Seite 605—608.
11. **Raffles, F. S.** Some account of the Dugong aus Philos. Transact., London 1820, Seite 174—182.
12. **Camper, Pierre.** Observation anatomique sur la structure intérieure et le scelette de plusieurs espèces de Cétacées, Paris 1820. Seite 56: le coeur de Baleine franche.
13. **Meckel, J. F.** System der vergleichenden Anatomie, V. Teil. Halle 1831, Seite 289—343.
14. **Breschelt.** Anales des sciences naturelles. Paris 1831.
15. **Meyer, Dr. A. F. J. C.** Analecten für vergleichende Anatomie. Bonn 1835, Seite 68.
16. **Baer, Dr. K. E. von.** Ueber das Gefässsystem des Braunfisches, aus Nova acta Physico-Medica Acad. Caesar Leopold. Carol. Natur. curios. Vratislaviae et Bonnae 1835, Seite 395.
17. **Cuvier, F. G.** De l'Histoire naturelle des Cétacées, Paris 1836.

18. **Breschelt.** Histoire anatomique et physiolique d'un organ de nature vasculaire, découvert dans les Cetacées. Paris 1836.

19. **Rapp, Wilhelm.** Die Cetaceen, zoologisch-anatomisch dargestellt, Stuttgart und Tübingen 1837. Seite 156—164.

20. **Lesson, R P.** Histoire naturelle des Cétacées, Seite 351: Balaenoptera borealis. Paris 1838.

21 **Burow.** Ueber das Gefässsystem der Robben; aus dem Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Berlin, Jahrgang 1838. Seite 230 und folgende.

22. **Meyer, Dr. A. F. J. C.** Analecten für vergleichende Anatomie, 2. Sammlung, Bonn 1839. Seite 59 bis 66.

23. **Stannius,** Professor in Rostock: Ueber den Verlauf der Arterien bei Delphinus phocaena; aus Müllers Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. Berlin 1841. Seite 379 und folgende.

24 **Donders.** Ueber den Einfluss des Luftdruckes auf die Wirkung des Herzens; aus Froriep's Tagesberichten über die Fortschritte der Natur- u. Heilkunde; — Abteilung für Anatomie ued Physiologie, Band 2. No. 5, Weimar 1852.

25. **Jackson, S.** Dissection of a spermaceti Whale and three other Cetaceans; Boston Journal of Nat. Hist. 1845—1847, Seite 137—171.

26. **Vrolik, W.** Beschouwing van den Hyperoodon. Te Haarlem 1848, Seite 105.

27. **Müllers** Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Berlin 1851, Seite 88.

28 **Brücke, Ernst.** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des G fäss-Systems; aus Denkschrift der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathem.-naturwissenschaftl. Klasse, Wien 1852, Seite 335—367.

29. Description of a White Fish By Jeffries Wymann; aus Boston Journal of Natur History 1859.

30. **Bruck, C.** Ueber den Schliessungsprozess des foramen ovale bei Menschen und Säugetieren; Abhandlung der Senkenberg'schen naturforschenden Gesellschaft, Band IV 1862—1863.

31. **Murie, J.** On the Organization of the Caaing Whale (Globiocephalus melas) London 1861. Seite 66—67.

32. On the Anatomy of Balaenoptera rostrata; aus Philos. Transact. 1868, Seite 158.

33. **Turner, A.** Contribution to the Anatomy of the Pilot whale (Globioceph. svineval Lacepède; aus Journal of Anatomy and Physiology. London 1868, Seite 66—79.

34. Tavler ni til Oplysning af Hvaldyrenes Bygning udforte til urtykte Foredrag. af. af-dode Etatsraad Dr. D. T. Eschericht. Kjobenhaven 1869, Seite 10, Tafel V.

35. **Hympry, G. M.** and **Turner, W.** The Journal of Anatomy and Physiology. Cambridge and London 1871, Seite 115.

36. **Turner.** An Account of the great Finner Whale (Balaenopt. Sibaldii) Trans. of royal Society of Edinburgh, Vol. XXVI. 1872, Seite 227 und folgende.

37. **Turner, W.** The Lesser Rovgual (Balaenopt. rostrata) in the Scottisch Seas with observations on its Anatomy. Read Februar 1892.

38 **Wilson, Henry.** The Ret Mirabile of the Nar-Wal; aus Journal of Anatomy and Physiology. London 1879, Seite 377—398.

39. **Watson and Young.** The Anatomy of the Nothern Beluga compared with that of other Whales; aus Transact. roy. Société, Edinburgh 1880.

40. **Flower, W. H.** Die Wale in Vergangenheit und Gegenwart und ihr wahrscheinlicher Ursprung in Kosmos, Band 13, 1883, Seite 531.

41. The Journal of Anatomy and Physiology, Vol XVIII. London and Cambridge 1884; auf Seite 332:. Viscera of Porpoise and Withe Beaked Delphin bey Prof. Clevland, Glasgow.

42. **Struthers,** on Balaenoptera musculus; aus Arch. de zoolog. éxp. Paris 1885.

43. **Delage, J.** Histoire du Balaen. musculus im Archiv de zoolog. éxperim, 2. Série suppe au. vol. III, Paris 1885.

44. Les Cétacés Souffleurs de Eugène, Louis Bouvier, Lille 1889, Seite 87 und folgende.

45. **Röse, C.** Zur Entwicklungsgeschichte des Säugetierherzens; aus den Morphol. Jahresbüchern, III Heft von C. Gegenbaur, Leipzig 1889.

46. **Masius,** Quelques notes sur le developpement du coeur chez le poulet; Arch. de biologie, T. IX 1889.

47. **Kükenthal, W., Dr.** Ueber die Anpassung von Säugetieren an das Leben im Wasser; zoolog. Jahresbücher, herausgeg. von Prof. Spengel, Jena 1891.

48 **Eschericht.** Die nordischen Waltiere, anatomisch-physiolog. Untersuchungen, Leipzig 1894.

49. **Minot, Charles S.** Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen, deutsch von S. Kästner, Leipzig 1894, Seite 272 und folgende.

50. **Born, G.** Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Säugetierherzens, Archiv für mikroscop. Anatomie, Bd. XXXIII, 1895.

51. **Hochstetter, F.** Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Blutgefässsystems der Monotremen; aus Semon's zoolog. Forschungsreisen in Australien. Jena 1896, Seite 191--196.

52. **M. H. Beauregard et Boulart.** Recherches anatomiques sur les Balaenides, Paris 1897, Seite 99: Appareil circulatoire.

53. **Kollmann, J.** Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Jena 1898.

54. **Müller, Otto.** Untersuchungen über die Veränderungen, welche die Respirationsorgane der Säugetiere durch die Anpassung an das Leben im Wasser erfahren haben. Jena 1898.

55. **Lucae.** Die Robbe und die Otter in ihrem Knochen- und Muskelskelett; Abh. der Senkenb. Ges. Bd. 8, 1872 — Seite 330.

Thesen.

1. Das *foramen ovale* (eirunde Loch) im Septum der beiden Vorkammern im Herzen der placentalen Säugetier-Embryonen ist keine primäre Bildung, sondern stellt eine sekundäre Durchbruchsöffnung dar; die *valvula foraminis ovalis* entsteht erst später aus dem im frühesten Entwicklungsstadium geschlossenen Septum der Vorkammern.

2. Die Zitzen der Säugetiere stellen nicht, wie Gegenbaur und Klaatsch annehmen, zwei sich scharf gegenüberzustellende Entwicklungstypen dar, sondern sind aus einer allmählich fortschreitenden Reduktion der Mammartaschen zu erklären.

3. Die im *Ektoderm* der *Cnidarien* vorhandenen Nesselzellen sind modificierte Sinnesorgane und dienen nicht ausschliesslich als Verteidigungswaffe und als Werkzeuge zum Beutefang.

Lebenslauf.

Ich, Georg Wilhelm Ludwig Marschner, evangelischer Konfession, wurde am 28. Oktober 1866 zu Pouch, Kreis Bitterfeld, Regierungsbezirk Merseburg, als zweiter Sohn des am 23. September 1898 verstorbenen Rittergutspächters H. Marschner geboren.

Nachdem ich im Hause des evangelischen Pfarrers zu Rösa meinen ersten Unterricht erhalten hatte, besuchte ich in der Zeit von Ostern 1878 bis Michaelis 1885 die lateinische Hauptschule der Franke'schen Stiftungen zu Halle a. S.

Von 1885 bis 1889 studierte ich an der tierärztlichen Hochschule zu Berlin, absolvierte im Frühjahr 1889 die tierärztliche Staatsprüfung und erhielt in demselben Jahre die Approbation als Tierarzt. Im Jahre 1895 erwarb ich mir den Berechtigungsschein zur Anstellung als beamteter Tierarzt im Königreich Preussen.

Von 1889 ab war ich zunächst als beamteter Tierarzt in Hamburg, sodann als Schlachthof-Direktor in Schmalkalden und Naumburg a. d. Saale angestellt; im Jahre 1896 wurde ich in meine gegenwärtige Stellung nach Breslau berufen.

Während meines Berliner Studiums hörte ich Vorlesungen bei den Herren Professoren Munk, Pinner, Wittmack, Müller; in Breslau waren die Herren Professoren Kükenthal, Frech, Brefeld, Freudenthal und J. Partsch meine Lehrer.

Ihnen allen sage ich meinen besten Dank; vor allem danke ich meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Professor Kükenthal, für das mir in so überreichem Masse bewiesene Wohlwollen und Interesse.